

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu, ohjaus ja jälkitarkastelu

Lasse Malkki

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Malkki, Lasse	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 26.05.2015
	Sivumäärä 44 + (10)	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu, ohjaus ja jälkitarkastelu		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Seppo Pitkänen		
Toimeksiantaja(t) Skanska Talonrakennus Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään rakennushankkeen aikataulusuunnittelua, tuotannon ohjausta ja jälkilaskentaa. Opinnäytetyössä suunniteltiin Skanska Talonrakennus Oy:n työmaalle sisävalmistusvaihe aikataulu ja luovutusvaihe aikataulu. Sisävalmistus aikataulun toteumaa seurattiin taulukoimalla ja ilmenneisiin poikkeamiin etsittiin syitä. Kosteudenhallintasuunnitelman toteumaa seurattiin taulukoimalla. Kohteesta tehtiin jälkilaskentaa litteroilta perustukset ja runko. Jälkilaskennan tavoitteena oli selvittää toimeksiantajalle kustannuspoikkeamien syitä sekä urakkalaskentaa tarkentavia tekijöitä seuraaviin samantapaisiin kohteisiin.</p> <p>Opinnäytetyön teoria on jaoteltu kahteen osuuteen. Ensimmäisessä teoria osuudessa esitellään rakennushankkeen ajallista suunnittelua. Toisessa teoria osuudessa käydään pääpiirteiltään läpi rakennushankkeen jälkilaskennan prosessi. Teoriaosuuksien jälkeen on käsitelty kunkin tutkimusosion tulokset ja analyysit.</p> <p>Aikatauluseurannan tuloksena selvisi, että aliurakoitsijoita on hankala hallita aikataulullisesti kattavista sopimusliitteistä ja sanktioista huolimatta. Kosteudenhallinnan hyvä suunnittelu ja toteutus ovat päätekijöinä rakenteiden riittävän aikaiseen kuivumiseen. Jälkilaskennan tuloksena selvisi muutamia suurempia kustannuspoikkeamia joiden syitä on käsitelty tarkemmin jälkilaskennan johtopäätöksissä.</p> <p>Aliurakoitsijoiden osallistuttaminen, toimitusvarmuuden seuranta ja sakkojen korottaminen ovat mahdollisia ratkaisuja aliurakoitsijoiden parempaan hallintaan. Urakkalaskentaa voidaan tarkentaa valitsemalla laskettavat tuotantotavat eritavalla.</p>		
Avainsanat (asiasanat) aikataulu, jälkilaskenta		
Muut tiedot		



Author(s) Malkki, Lasse	Type of publication Bachelor's thesis	Date 26.05.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 44 + (10)	Permission for web publication: x
Title of publication Schedule, control and aftermath of construction project		
Degree programme Civil Engineering		
Tutor(s) Pitkänen, Seppo		
Assigned by Skanska Talonrakennus Oy		
<p>Abstract</p> <p>The thesis consists of schedule planning, development control and aftermath of a construction project. In this bachelor's thesis two different schedules for Skanska Talonrakennus Oy's construction site use were planned. The construction schedule made for the interior of the building was monitored with tabulation with the purpose to find the causes for the monitoring deflections. Costs were calculated afterwards using two denominators, foundations and frame. The purpose of the aftermath was to find the causes for the deflections of the costs.</p> <p>The thesis contains two theory parts. The first part discusses schedule planning in construction projects and the other calculation of costs afterwards. After each theory part there is a discussion on results and analysis on them.</p> <p>As a result of the schedule monitoring it became evident that it is hard to control sub-contractors despite all the contracts and sanctions. If the planning and execution of the moisture management of structures are made properly the structures will dry soon enough. Few major cost deflections were found and the causes are covered in the conclusions section.</p> <p>Solutions for a better control of the sub-contractors are increasing their commitment to the projects, monitoring delivery rates and pushing up the penalties. Contract calculations can be made more accurate by choosing the production methods in a different way.</p>		
Keywords/tags (subjects)		
schedule, aftermath		
Miscellaneous		

Sisältö

Sisältö	1
1 Opinnäytetyön lähtökohdat.....	4
1.1 Toimeksiantaja.....	4
1.2 Tehtävän kuvaus, tavoite ja tietoperusta.....	4
1.3 Laivalinnankatu 9-11, 78250 Varkaus.....	5
1.4 Hankkeen erityispiirteet	6
1.5 Opinnäytetyön ongelmanasettelu ja aiheen rajausta	7
2 Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu	7
2.1 Yleistä ajallisesti suunnittelusta	7
2.1.1 Laatu osana aikataulusuunnittelua.....	8
2.2 Hankeaikataulu	9
2.3 Yleisaikataulu	10
2.3.1 Alustava yleisaikataulu.....	10
2.3.2 Sopimusyleisaikataulu.....	12
2.3.3 Työaikataulu.....	12
2.4 Suunnitelma-aikataulu.....	14
2.5 Hankinta-aikataulu	15
2.6 Talotekniikka-aikataulu	15
2.7.1 Rakentamisvaihe aikataulu	16
2.7.2 Sisävalmistusvaihe	18
2.8 Aikataulutyyppit.....	18
2.8.1 Jana-aikataulu	19
2.8.2 Paikka-aikakaavio.....	20
2.8.3 Valvontavinjetit.....	21
2.8.4 Tuotantoaikakaavio	22
2.9 Työtehtävien aloitusedellytysten tarkastaminen.....	23
2.10 Aikataulusuunnittelun yhteenveto.....	23
3 Aikataulusuunnittelu Laivalinnankatu 9-1:ssa	25

3.1 Lähtökohdat.....	25
3.2 Aikataulun toteutus	29
3.2.1 Kosteudenhallinta osana aikataulusuunnittelua	30
3.2.2 Vertailutaulukon analysointi ja tulokset	31
3.3 Johtopäätökset	32
4 Jälkilaskenta.....	33
4.1 Yleistä rakennushankkeen jälkilaskennasta	33
4.2 jälkilaskentatiedon käyttö	34
4.3 Jälkilaskennan vaiheet.....	34
4.3.1 Hankkeen aikana tapahtuva jälkilaskenta	35
4.3.2 Jälkilaskentapalaveri	36
4.3.3 Viitekohdekansio	36
4.4 Jälkilaskennan toteutus	37
4.5 Jälkilaskennan johtopäätökset	38
4.5.1 Runko	38
4.5.2 Perustukset	39
5 Pohdinta.....	41
Lähteet	43
Liitteet.....	44
Liite 1 – Sisävalmistusaikataulu (jana-aikataulu)	(i)
Liite 2 – Sisävalmistusaikataulu rakennustekniset työt (jana-aikataulu)	(ii)
Liite 3 – Sisävalmistusaikataulu rakennustekniset työt (paikka-aikakaavio)	(iii)
Liite 4 – Luovutusvaiheaikataulu (paikka-aikakaavio)	(iv)
Liite 5 – Tehtävien aloitusedellytykset tarkastuslista	(v)
Liite 6 – Aikatauluseuranta.....	(viii)
Liite 7 – Kosteudenhallinta vertailu.....	(ix)
Liite 8 – Jälkilaskenta	(x)

<i>Kuva 1, Aikataulusuunnittelun vaiheet</i>	<i>10</i>
<i>Kuva 2, Esimerkkikuva jana-aikataulusta, Laivalinnankatu 9-11</i>	<i>19</i>
<i>Kuva 3, Esimerkkikuva paikka-aikakaaviosta, Laivalinnankatu 9-11.....</i>	<i>20</i>
<i>Kuva 4, Matriisimuotoinen valvontavinjetti, jossa on hyödynnetty rasteja sekä värejä</i>	
<i>Toimiva työmaa- hyvät käytännöt 2014, 28</i>	<i>22</i>

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Skanska Talonrakennus Oy. Skanska AB on julkinen osakeyhtiö ja perustettu 1897. Yhtiön kotipaikkana on Tukholma, ja sen toimialaan kuuluvat rakentaminen ja projektikehitys. Skanskalla on yhteensä noin 57 000 työntekijää. Koko organisaatio on jaettu eri toimialoihin, kuten Skanska Talonrakennus Oy ja Skanska Infra Oy. Skanska Talonrakennus Oy:n tuotteet ovat asuntorakentaminen, asuntoprojektikehitys, toimitilarakentaminen ja talotekniikkapalvelut. (Skanska Suomessa. 2014.)

Opinnäytetyö tehtiin lähtökohtaisesti Skanska Talonrakennus Oy:n Itä-Suomen alueyksikön Varkauden työmaan Laivalinnankatu 9-11 tarpeeseen.

1.2 Tehtävän kuvaus, tavoite ja tietoperusta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa vaiheaikatauluja edellä mainitulle työmaalle, seurata aikataulujen toteumaa, tarkkailla kosteudenhallinnan suunnitelman toteutumista sekä tehdä litterapoikkeamista jälkilaskentaa. Rakennushankkeiden aikataulut ovat kiristyneet, minkä vuoksi aikataulusuunnittelun merkitys korostuu entisestään. Aikataulujen tekeminen ja niiden seurannan tulokset edesauttavat toimeksiantajaa kyseisessä hankkeessa ja tulevaisa samantapaisissa hankkeissa. Urakkakilpailun voittamiseksi ja tarkemman tarjoushinnan määrittämiseksi jälkilaskentatiedoista tulee olemaan hyötyä vastaavanlaisien kohteiden urakkalaskennassa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa toteuttamiskelpoiset aikataulut Laivalinnankatu 9-11 työmaalle sisävalmistus- ja luovutusvaiheeseen. Aikatauluseurannan tavoit-

teena oli todeta syyt aikataulupoikkeamille. Aikataulutarkastelun ohella tutkittiin, kuinka hankkeen alkuvaiheessa tehty kosteudenhallintasuunnitelma on toteutunut mittauksiloksiin nähden. Lisäksi tavoitteena oli tarkastella kustannusarvion litteraupoikkeamia ja löytää tekijät, joilla urakkalaskentaa voidaan tarkentaa.

Työn aihetta on aiemminkin tutkittu ja teoriapohja on kattava ja tarkka. Opinnäytetyön tarkoituksena ei ole keksiä uusia keinoja, vaan löytää tämän nimenomaisen rakennuskohteen osalta merkitykselliset asiat, niin aikataulujen suunnittelussa kuin jälkilaskennassakin.

Tutkimuksessa selvitetään nimenomaisen projektin urakkalaskennan ja todellisen kustannuksen ero. Tutkimus tuo jo olemassa oleviin tilastotietoihin perustuville rakennustöiden menekeille lisäotannan.

Opinnäytetyön tuloksien tavoitteena on auttaa toimeksiantajaani arviomaan samankaltaisten hankkeiden aikataulusuunnittelua ja kustannuslaskentaa tarkemmin.

Aihetta ja sen toimintaympäristöä on tutkittu paljon. Aihe koskee globaalisti kaikkia rakennushankkeita niiden koosta riippumatta. Suomessa aihetta ovat tutkineet pääroolissa Talonrakennusteollisuus Oy ja sivuroolissa monet muut suuret toimijat. Rakennusteollisuus Oy:n julkaisuissa on käsitelty laajasti kaikki aiheeseen liittyvä tieto. Lisäksi tietoa löytyy erilaisista tutkimuksista ja julkaisuista.

1.3 Laivalinnankatu 9-11, 78250 Varkaus

Rakennuskohteesta purettiin 2012 entinen talouskoulurakennus. Tyhjälle tontille aloitettiin uuden asuinkerrostalon rakentaminen maaliskuun lopussa 2014. Rakennus on tarkoitettu senioriasukkaille. Talossa on neljä kerrosta ja osakellari. Asuntoja on 46 kappaletta ja kerrosalaa noin 2725 neliömetriä. Rakennus on perinteinen paikallavalurunkoinen kerrostalo, jossa on kantavat väliseinät, välipohjat ja yläpohja. Raken-

nuksessa on harjakatto, ja pitkien sivujen ulkoseinät toteutettiin puurunkoisina. Talon julkisivut ovat muuratut ja rapatut.

1.4 Hankkeen erityispiirteet

Laivalinnankatu 9-11 kerrostalon runko toteutettiin kokonaan paikallavaluna. Aikataulusuunnittelun kannalta tämä tarkoittaa pitkää runkorakennusvaihetta verrattuna esimerkiksi elementtirunkoiseen rakennukseen. Kohteen rakennusaika oli kaksitoista kuukautta. Perustus ja runkovaihe veivät koko ajasta lähes kuusi kuukautta. Sisä- ja luovutusvaiheen rakentamiselle jäi normaalia vähemmän aikaa. Paksujen paikalla valettujen betonirakenteiden kuivumiselle teoreettisesti lasketut ajat tiukensivat sisävalmistusaikataulua aivan hankkeen loppuun saakka.

Paikallavalurungon rakentamisen kustannusarvio on avoin rakennusvaiheen valmistumiseen saakka, toisin kuin esimerkiksi hankkeessa, jossa betonielementit ja elementtiurakka on ostettu kiinteällä hinnalla tarjouspyyntöjen perusteella. Opinnäytetyön jälkilaskentaosuuden tarkoituksena olikin tarkastella, kuinka hyvin tavoitearvio esimerkiksi juuri rungon osalta on pitänyt paikkansa. Tulevaisuudessa toimeksiantaja voi käyttää jälkilaskennan tuloksia esimerkiksi vertailukohteena elementtirunkoisen rakennuksen tarjousvaiheen laskennassa.

1.5 Opinnäytetyön ongelmanasettelu ja aiheen raja

Kysymyksiä, joita opinnäytetyössä avataan ja käsitellään:

- ”Kuinka rakennushankkeen ajallista suunnittelua toteutetaan ja ohjataan?”
- ”Kuinka tehdään rakennushankkeen jälkilaskentaa?”
- ”Toteutuuko hankkeelle suunniteltu aikataulu, jos ei toteudu niin miksi ei ja jos toteutuu, niin miten siihen päästiin?”
- ”Kosteudenhallintasuunnitelman merkitys aikataulusuunnittelussa?”
- ”Mistä johtuvat kustannusarvion litterapoikkeamat?”
- ”Kuinka urakkalaskentaa voidaan tarkentaa?”

Työssä tehtävä jälkilaskenta rajattiin litterapoikkeamiin, olivat ne sitten negatiivisia tai positiivisia. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin litterat, jotka ovat kutakuinkin ennustetun mukaiset työmäärältään ja kustannuksiltaan. Aikataulujen poikkeamissa otettiin huomioon vain tahdistavat työvaiheet, jotka ovat aiheuttaneet viivästyksiä muille työsuoritteille tai mahdollistaneet seuraavan työvaiheen suunniteltua aikaisemman aloituksen.

2 Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu

2.1 Yleistä ajallisesti suunnittelusta

Halutun kohteen rakentamiseksi ja asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi toteutetaan tuotannonsuunnittelua, valvontaa ja tuotannonohjausta. Tuotannonsuunnittelun tärkeimpänä asiana voidaan pitää hankkeen ajallista suunnittelua ja ohjausta. Ajallinen suunnittelu ja sen toteutumisen seuranta antavat perustan suunnittelun

onnistumiselle ja tuovat esille epäkohdat ja poikkeamat suunnitelmista. (Koskenvesa, Sahlstedt. 2013, 18.)

Aikatauluja tehdessä pyritään löytämään hankkeelle realistinen toteutusmalli käytämällä kaikkia mahdollisia tietoja. Aikatauluun asetettavat tavoitteet tai aikamäärät tarkoittavat työtehtävien aloittamis- ja lopettamisaikaa sekä resursseja. (Mts. 18.)

2.1.1 Laatu osana aikataulusuunnittelua

Rakennushankkeen tavoitteena on toteuttaa kohde sopimusasiakirjojen mukaisesti. Rakennushankkeen laatuun vaikuttaa merkittävästi aikataulu- ja kustannustavoitteiden saavuttaminen. Laatu saavutetaan onnistuneella tuotannonsuunnittelulla, joka voidaan jakaa neljään vaiheeseen:

- tarjousvaihe - alustava yleisaikataulu
- aloitusvaihe – yleisaikataulu/vaiheaikataulut
- ennen yksittäisiä tehtäviä - vaiheaikataulut
- työnaikainen ongelmien ratkaiseminen

(Mäki, Koskenvesa, Sahlstedt. 1994, 13.)

Aikataulusuunnittelulla ja tuotannonsuunnittelulla varmistetaan että, työmaaolosuhteet ja työmaatoiminta toimii häiriöttä ja ilman poikkeamia. Aikataulusuunnittelulla varmistetaan työtehtävien lisäksi riittävä aika tehtävien ulkopuolisten työmaatoimintojen tekemiseen. (Mäki, Koskenvesa, Sahlstedt. 1994. 13.)

Koko työmaata koskevalla tuotannonsuunnittelulla varmistetaan, että työvaiheet on sovitettu keskenään oikein ja määritetään niille täsmälliset aikatavoitteet. Työmaan laatusuunnitelmiin sisältyy ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Laatuasiakirjaan kirjataan kuinka aikatauluja tullaan laatimaan ja seuraamaan sekä menettelytavat työmaan ohjaukselle. (Mäki, Koskenvesa, Sahlstedt. 1994. 14-15.)

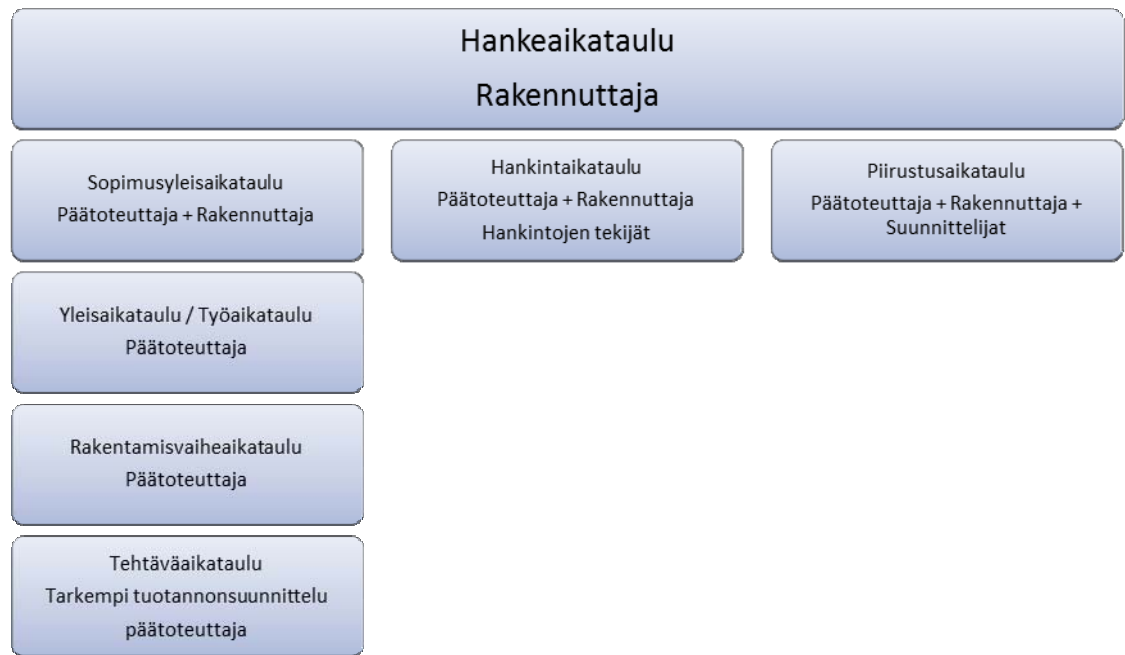
2.2 Hankeaikataulu

Rakennushankkeen aikataulun pääkohdat, kuten ajalliset reunaehdot ja välitavoitteet määritetään yleensä rakennuttajan toimesta projektin hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennuttaja tarkistaa hankeaikataululla, että kohde on rakennettavissa normaalissa rakennusajassa. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 40.)

Hankeaikataulu pyritään tekemään realistisesti ja niin, että hanke valmistuisi rakennuttajan kannalta oikea-aikaisesti. Aikataulu ja sen oikeellisuus vaikuttavat suoraan rakennuksen laatuun ja kustannuksiin. Rakennuttajan tekemällä hankeaikataululla tilaaja pystyy hoitamaan hankkeen suunnitelmat, rahoituksen ja sivu-urakat. Urakamuoto vaikuttaa hankeaikatauluun. (Mts. 41.)

Hankeaikataulun pohjalta laaditaan työmaan töitä ajoittava yleisaikataulu ja suunnitelmien toteuttamiseksi suunnitelma- tai piirustusaikataulu. Yleisaikataulun, suunnitelma-aikataulun ja hankinta-aikataulun tulee olla yhteensopivia, jotta suunnitelmat täydentyvät ajoissa rakennuksen edetessä ja hankinnat ajoittuvat täsmällisesti rakennusajankohtaan nähden. (Koskenvesa & Toikka. 2006, 2.)

Kuviossa 1 on esitelty aikataulusuunnittelun eri vaiheet ja tekijät. Vaiheiden tarkempi erittely kuvion jälkeen.



Kuva 1, Aikataulusuunnittelun vaiheet

2.3 Yleisaikataulu

Rakentamisen kannalta yleisaikataulu on keskeinen osa aikataulusuunnittelua. Hankkeen eri vaiheissa yleisaikataulusta laaditaan kolme eri mallia, jotka eroavat tarkkuudeltaan ja käyttötarkoitukseltaan. Nämä kolme muotoa ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 43.)

2.3.1 Alustava yleisaikataulu

Tarjousvaiheessa pää toteuttaja tai urakoitsija laatii tilaajalle karkean yleisaikataulun. Alustavan yleisaikataulun avulla selvitetään, kuinka rakennustyöt mahtuvat hanke aikataulussa rakentamiselle varattuun aikaan. (Koskenvesa A. & Sahlstedt S. 2011, 43.)

Alustavaan yleisaikatauluun määritetään työt, jotka ohjaavat rakentamisen edistymistä. Rakennuttajalle osoitetaan aikataulun kireys, töiden ajoittuminen vuodenaikoihin, mahdollisten välitavoitteiden saavuttaminen, työmaan yhteis- ja käyttökustannukset, resurssit ja päähankintojen toimitusajat. (Mts. 43.)

Alustavan yleisaikataulun laadinta on alustavaa tuotannonsuunnittelua, jonka pää-tarkoituksena on vertailla ja tutkia erilaisia vaihtoehtoja rakenteiden toteuttamiselle sekä määrittää aikasidonnaisia kustannuksia. (Mts. 43.)

Alustavan yleisaikataulun lähtötiedot ja laatiminen

Yleisaikataulu laaditaan tarjouspyyntöasiakirjojen tarjoamilla tiedoilla. Tarjouspyyntöasiakirjoihin kuuluvat tavallisesti

- Tarjouspyyntökirje
- Kaupalliset asiakirjat
 - Urakkaohjelma
 - Urakkarajaliite
 - Yksikköhintaluettelo
 - Tarjouslomake
- Rakennustekniset asiakirjat
 - piirustukset ja selostukset

Kaupallisista asiakirjoista päätoteuttajalle osoitetaan eri urakoiden rajat esimerkiksi sivu-urakoitsijoiden ja pääurakoitsijan välillä. Urakkaohjelmassa määritellään yleensä myös urakka-aikaa koskevat erityispiirteet, mahdolliset sakolliset välitavoitteet tai välitavoitteet ja laadunvarmistusmenetelmät. Yksikköhintaluettelosta urakoitsijalle selviävät piirustusten ja selostusten lisänä rakennuksen mitattavat laajuustiedot. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 43.)

Yleisaikataulu toteutetaan yleensä jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Aikatauluun otetaan laajimmat ja tärkeimmät työvaiheet laajuus- ja suoritustietoineen. Työ-

vaiheita valitaan yleensä kohteen laajuudesta riippuen 20 - 40 kappaletta. Aikatauluun merkitään myös rakennuttajan määrittämät välitavoitteet ja luovutus sekä rakentamisen kannalta merkitykselliset välitavoitteet kuten lämmöt päälle ja rakennuksen omat sähköt kytketty. (Mts. 44.)

2.3.2 Sopimusyleisaikataulu

Yleisaikataulusta muodostuu sopimusyleisaikataulu siinä vaiheessa, kun rakennuttaja ja päätoteuttaja ovat hyväksyneet päätoteuttajan laatiman yleisaikataulun osaksi urakkaneuvotteluissa tehtävää sopimusta. Lähtökohtaisesti sopimusyleisaikataulua ei sen allekirjoittamisen jälkeen enää voi muokata, mutta sopimukseen voidaan kirjata kohta, jonka puitteissa päätoteuttaja voi aikataulua muokata. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 45.)

Sopimusyleisaikataulussa on oltava nähtävissä sekä rakennuttajan että päätoteuttajan kannalta oleelliset aikamääreet, kuten aloitus- ja valmistumispäivämäärä, sakolliset välitavoitteet, rakennuttajan hankinnat ja toimintakokeiden aloitusvalmius. Sopimusyleisaikataulun laaditaan käyttäen kokonaisaikoja (T4). (Mts. 45.)

2.3.3 Työaikataulu

Päätoteuttaja tarkentaa työaikataulun tai yleisaikataulun sopimusyleisaikataulun pohjalta työmaan käyttöön. Yleisaikatauluun sovitetaan pääurakoitsijan ja muiden urakoitsijoiden työt ja yleisaikataulua käytetään yleensä urakkasopimusten pohjana. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 45.)

Työaikataulu jaotellaan tai lohkotetaan sopimusyleisaikataulua tarkemmin ja siihen otetaan mukaan myös talotekniset työt. Normaali kokoisen rakennushankkeen yleis-

aikataulussa on noin 50 rakennusteknistä ja 30 taloteknistä tehtävänimikettä. Työaikatauluun merkitään sopimusyleisaikataulusta sopija-osapuolten kannalta kriittiset aikamääreet. Lähtökohtaisesti tarjous- ja sopimusvaiheen aikataulut pyritään tekemään niin hyvin, että niiden tarkentaminen työaikatauluksi käy vaivatta ilman suurempia ongelmia. (Länsipuro. 1992, 4.)

Työaikataulun laadinnassa on tärkeää jaotella ja ajoittaa rakennustekniset työt toteutuskelpoisesti niin, että sen pohjalta pystyy tekemään tarkempaa tuotannonsuunnittelua. On tärkeää muistaa, että talotekniset työt ovat hankkeen kokonaiskustannuksista noin neljäsosa ja ne on myös aikataulutettava urakoitsijoiden kanssa yhteistyössä oikein. Sopimukseen eri urakoitsijoiden välillä tulee kirjata työsuoritteiden ajankohdat ja viitteelliset kestot. (Mts. 4.)

Laivalinnankatu 9-11 -työmaan yleisaikataulussa esimerkiksi tehtävänimike ”Runko” oli jaoteltu kerroksittain. Kahdessa kerroksessa samaan aikaan tehtävät runkotyöt limittyivät. Rakennuksen toisessa päässä valettiin 3. kerroksen seiniä ja toisessa päässä valmisteltiin 2. kerroksen katon holvivalulohkoa.

Sopimusyleisaikataulusta poiketen työaikataulu laaditaan yleensä tehollisten työvuoroaikojen (T3) pohjalta. Tehtävien kestoihin otetaan huomioon mahdolliset häiriöt ja riippuvuussuhteita sisältävien tehtävien väliin jätetään niin sanottuja puskureita pelivaroiksi. Pelivarat ja riippuvuudet arvioidaan monesti kokemuspohjaisesti. Erilaisten puskureiden avulla pyritään varmistamaan se, että yhden työtehtävän myöhästyminen ei muuta koko aikataulua. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 47.)

Työaikataulu laaditaan yleensä jana-aikatauluna ja osa tehtävistä siirretään myös paikka-aikakaavioon. Kaikkia tehtäviä ei kannata ottaa mukaan paikka-aikakaavioon, jotta se pysyy riittävän selkeänä tulkittavaksi. Yhtenä nyrkkisääntönä voidaan pitää, että ennemmin selkeä ja johdonmukainen aikataulu kuin liikaa tehtävänimikkeitä. Aikataulun seuranta suoritetaan yleensä paikka-aikakaaviossa vinjettiviivojen avulla. (Mts. 48.)

2.4 Suunnitelma-aikataulu

Suunnitelma-aikataulun avulla ohjataan rakennushankkeen suunnittelua. Suunnitelma-aikataulusta on nähtävissä kohteen suunnitelma-tarpeet ajoitettuna yleis- ja hankinta-aikatauluun. Rakentamistöissä tarvittavien suunnitelmien on oltava työmaan käytössä riittävän ajoissa, jotta tehtävän suorittamiseen tarvittavat materiaalit ja resurssit voidaan hankkia. Työsuoritteeseen perehtymiselle on oltava riittävästi aikaa, jotta se saadaan alkamaan aikataulun mukaisesti ja jouhevasti. (Koskenvesa & Toikka. 2006, 2.)

Toimivaa suunnitelma-aikataulua laadittaessa on oltava käytössä töiden yleisaikataulu sekä suunnitelmayleisaikataulu. Tärkeimmät reunaehdot suunnitelma-aikataululle muodostaa kokonaisuudessaan hankeprosessin kesto, missä huomioidaan laskenta-suunnitelmien, tarjouspyyntöjen, neuvottelujen, työpiirustusten ja tarjousten vaatima aika. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 48.)

Suunnitelmat kustakin työvaiheesta täytyy lähtökohtaisesti olla valmiina 4-5 viikkoa ennen aloitusta. Työmaan tarpeiden huomioon ottamisen lisäksi on otettava huomioon mahdolliset viranomais määräykset koskien erilaisia dokumentteja ja lupia. Rakennusvalvontaviranomaisten vaatimukset voivat vaihdella kunnittain. Piirustus aikataulussa osoitetaan rakenne-, arkkitehti-, LVI-, sähkö-, automaatio- ja sprinklerikuvat. Suunnitelmien valmistumispäivämääriä merkittäessä on muistettava, että ennen kuin suunnittelutoimistosta lähtenyt kuva on nidottuna työmaalla, voivat piirustukset viipyä kopiolaitoksessa 1-7 päivää. (Mts. 49.)

Piirustus aikataulua seurataan ja ohjataan yleensä työmaakokouksissa, joihin pääsuunnittelijat osallistuvat. Seuranta tehdään myös urakoitsijapalaverissa, joissa nimetään eri urakoitsijoiden suunnitelmatarpeet ja ne viedään eteenpäin työmaakokouksiin. Suunnittelijat pitävät yhteyttä koko hankkeen ajan riittävän usein joko palaverien tai yhteydenottojen merkeissä. Työmaalla voidaan talotekniikka-

suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä pitää niin sanottuja risteilypalavereita. (Mts. 50.)

2.5 Hankinta-aikataulu

Hankinta-aikataulu tehdään työaikataulun kanssa yhteensopivaksi. Aikatauluun merkitään tärkeimmät omat, tilaajan ja aliurakoitsijoiden hankinnat. Hankintojen nimet saadaan yleensä esimerkiksi yksikköhintaluettelosta tai muista suunnitelma-asiakirjoista. Yleensä hankintoja kontrolloi yrityksen hankintahenkilö, joka ajoittaa hankinnat työaikatauluun merkittyjen työtehtävien mukaan ja ottaa huomioon toimitusajat. (Koskenvesa A. & Sahlstedt S. 2011, 52.)

Aikataulussa esitetään suunnitelmien tarve ja valmistuminen, hankittavat materiaalit ja työ, tarjouspyyntöjen lähettäminen, tarjouksen hyväksyminen, sopimuksen tekeminen ja sitovat toimitusajat. Yleensä hankinnat on alustavasti tehty sopimusten mukaan jollekin tietylle aikahaarukalle. Työmaahenkilöstö ottaa yhteyden hankintahenkilöön, kun hankinta alkaa olla ajankohtainen ja materiaalin vastaanottovalmius on tiedossa. Hankintahenkilö tarkentaa toimitusajan ja sopii tarvittavat toimenpiteet esimerkiksi materiaalin purkukaluston ja toimituksen kellonajan. (Mts. 51-52.)

2.6 Talotekniikka-aikataulu

Talotekniikkatyöt on yleensä merkitty työmaan yleisaikatauluun. Tarkempaa TATE-aikataulua laadittaessa on kuitenkin syytä erottaa talotekniikkatyöt myös omaksi työaikatauluksi. Rakennusteknisten ja taloteknisten töiden on edettävä yhdenmukaisesti määritellyn lohko- ja kerrosjaon mukaisesti. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 53-54.)

Talotekniikkaurakoitsijat määrittävät itse työnimikkeet ja töiden kestot aikatauluun silloin kun urakoitsijat näihin töihin on valittu riittävän ajoissa. Pääurakoitsija tekee nimikkeet ja alustavat kestot, jos TATE-urakoitsijoita ei ole valittu riittävän ajoissa. Tällöin urakoitsijat saavat esivalmistellun aikataulun ja voivat kommentoida ja tarkentaa sitä ennen työmaakokousta, jossa aikataulu on määrä hyväksyttävä. (Mts. 53-54.)

Yleensä aikataulu muodostetaan sopimusteknisesti jaotellen; esimerkiksi LV-, IV- ja S-työt ovat aikataulussa erikseen. (Mts. 53-54.). Talotekniset työt on ajoitettava niin, että yhdessä työkohteessa työskentelisi vain yksi kerrallaan ja rakennustekniset työt on oltava valmiit työsuorituksen vaatimilta osin. Esimerkiksi runkolinjojen vetoa IV-urakoitsija ja LV-urakoitsija eivät voi aloittaa samasta paikasta. Aikataulua laadittaessa sovitaan, kuka urakoitsijoista aloittaa linjojen vedon ensimmäisenä ja ennen töiden aloitusta on pidettävä risteilypalaveri, jossa varmistetaan, että kaikki talotekniset linjat mahtuvat niille varattuun tilaan.

2.7.1 Rakentamisvaiheaikataulu

Vaiheaikatauluissa tarkennetaan yleisaikataulua tai työaikataulua tarkempiin osakokonaisuuksiin. Yleisaikataulussa määriteltujen tavoitteiden saavuttaminen vaatii tarkempaa tuotannonsuunnittelua. (Skanska Intra. 2015.). Rakentamisvaiheaikataulussa kuvataan yleensä jokin tietty rakentamisen vaihe kuten maanrakennus- ja perustusvaihe, runkorakennusvaihe ja sisävalmistusvaihe. Aikataulussa kuvataan 2-6 kuukauden mittainen ajanjakso, jonka pituus riippuu rakentamisvaiheesta ja rakennuskohteen koosta. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 55.)

Vaiheaikataulun pohjatiedot:

- Yleisaikataulu, aiemmat vaiheaikataulut, tarkemmat tuotantosuunnitelmat
- Yksikköhintaluettelo
- Suunnitelmat ja suunnitelma-asiakirjat
- Rakentamismenetelmät ja kalusto
- Tarvittavat ja käytössä olevat työresurssit
- Yrityskohtaiset tuotantotiedostot, Ratu-työmenekkitiedostot ja T3-työajat

Rakentamisvaiheaikataulun laadinnassa olennaisinta on, että kaikki sivu- ja aliurakoitsijat osallistuvat ja sitoutuvat aikataulun muodostamiseen ja siinä pysymiseen. Tehtävien kestoja ja riippuvuuksia määritellään tuotantotiedostojen avulla sekä eri osapuolten kokemusperäisen tiedon perusteella. Urakoitsijoiden osallistuttaminen aikataulun laadintaan on tärkeää, koska tällöin aikataulusta saadaan ennen kaikkea toteutuskelpoinen ja samalla sitoutuminen sen toteuttamiseen vahvistuu. (Mts. 56.)

Vaiheaikataulussa suurimpien työtehtävien työvoimaresurssit suunnitellaan tehollisten työmenekkien ja tehtävien päällekkäisyyksien avulla. Aikataulussa pyritään varmistamaan, että kaikilla samaan aikaan käynnissä olevilla töillä on työvuoro- tai työviikkokohtaisesti riittävästi mestaa. Työtehtävät on suunniteltava niin, että yhdessä työkohteessa ei ole kuin yksi työryhmä kerrallaan. Työtehtävien järjestystä ja riippuvuutta määriteltäessä suunnitellaan ja tutkitaan, mitkä ovat kunkin työtehtävän aloitusedellytykset uudella mestalla. (Mts. 56.)

Rakentamisvaiheaikataulu voidaan muodostaa myös niin sanottuna käännettynä vaiheaikatauluna (KVA). Käännetyn vaiheaikataulun perimmäinen tarkoitus on selvittää työt, jotka pitää olla tehtynä, jotta yhdessä asetetut tavoitteet saavutetaan. Käännetyssä vaiheaikataulutilaisuudessa aikataulua lähdetään muodostamaan rakennushankkeen lopusta tai jostain välitavoitteesta kohti nykyhetkeä. Periaatteessa käännetty vaiheaikataulu pienentää tarvetta muokata aikataulua ja pelivaroja, sillä aikataulun alkupäähän jää pelivaraa, koska KVA-tilaisuus pidetään reilusti ennen aikataulun alkamisajankohtaa. Aikataulun loppupäähän jäävät päivämäärät ja välitavoitteet

on asetettu niin, että niitä ei voida ylittää. Tilaisuuteen osallistuvat urakoitsijat tietävät omille töilleen viimeisimmät valmistumispäivät ja voivat suunnitella työnsä siten oikein. (Skanskan Intra. 2015.)

2.7.2 Sisävalmistusvaihe

Tässä opinnäytetyössä tehtiin Skanskan työmaalle sisävalmistusaikataulu kaikista töistä (*ks. liite 1*), sisävalmistusaikataulu rakennusteknisistä töistä (*ks. liite 2 ja 3*) sekä luovutusvaihe aikataulu (*ks. liite 4*). Laajimmassa aikataulussa työnimikkeitä on noin 45 kpl ja suppeammissa rakennusteknisistä töistä tehdyissä 16 kpl.

Sisärakennusvaihe kestää yleensä pisimpään yksittäisistä rakennusvaiheista. Sisävalmistusvaiheessa sivu- ja aliurakoitsijoiden määrä on suurimmillaan. Sisävalmistusvaiheen aikataulu on tärkeä sitoa eri urakoitsijoiden omiin aikatauluihin ja työsaavutuksiin. Sisävalmistusvaiheen suurimmista työkokonaisuuksista pyydetään tarjoukset jo yleensä ennen rakennustyömaan alkua ja siten tiedetään jo hyvissä ajoin ennen sisävalmistusvaiheen alkua, kuinka työt kyseisellä työmaalla etenevät. (Länsipuro. 1992, 47.)

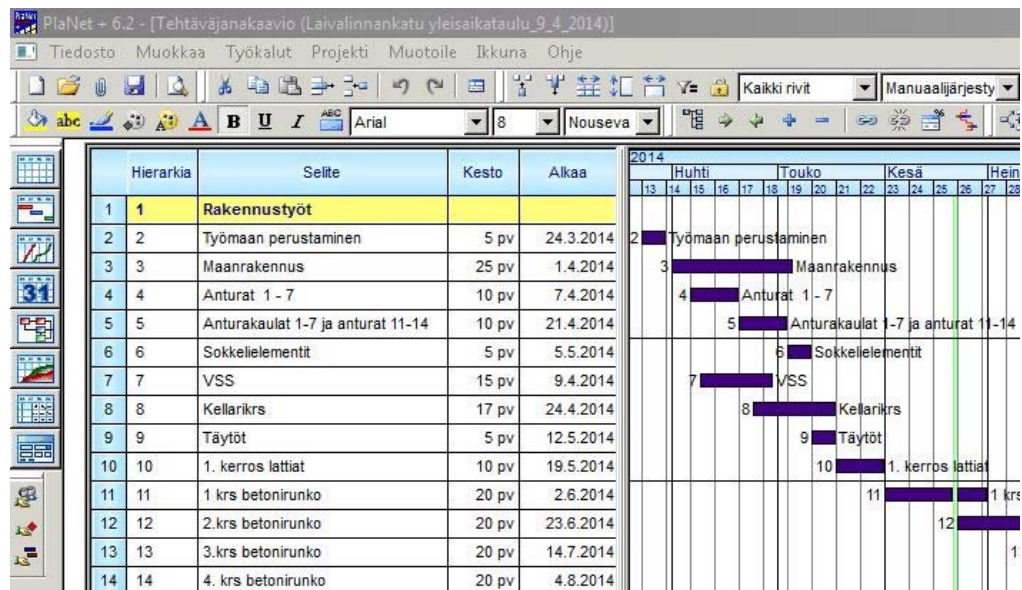
2.8 Aikataulutyyppit

Aikatauluja tehdään eri käyttötarkoituksia varten monilla eri laadinta- ja piirrostavoilla. Yleisaikataulu laaditaan yleensä jana-aikatauluna ja rakennusvaihe aikataulut taas paikka-aikakaaviona. Tarkempaan tuotannonsuunnitteluun ja seuraukseen voidaan käyttää esimerkiksi lukujärjestystyyppistä viikkoaikataulua. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 21.)

2.8.1 Jana-aikataulu

Jana-aikataulussa (ks. *kuvio 2*) ylälaitaan merkitään aika yleensä viikkonumeroina ja kuukausina. Vasempaan reunaan merkitään päällekkäin eri tehtäväkokonaisuudet tai työtehtävät. Nimikkeiden perään voi merkitä tehtävän laajuuden, käytettävät resurssit, aloitus- ja lopetushetken riippuen halutusta tarkkuudesta. Vaaka-akselille jokaisen tehtäväkokonaisuuden kohdalle merkitään tehtäväkestoa kuvaava jana alkaen aloitushetkestä ja päättyen lopetushetkeen. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 21-22.)

Jana-aikataulun vahvuuksia ovat sen selkeys ja helppolukuisuus. Jana-aikataulun huonona puolena voidaan pitää sitä, ettei se sido paikkaa ja aikaa. Tämän vuoksi jana-aikataulusta ei voi reaaliajassa tarkastella tehtävien sijaintia ja sitä kautta etenemistä. Jana-aikataulut Suomessa pohjautuvat Gantt-kaavioon. (Mts. 22.)



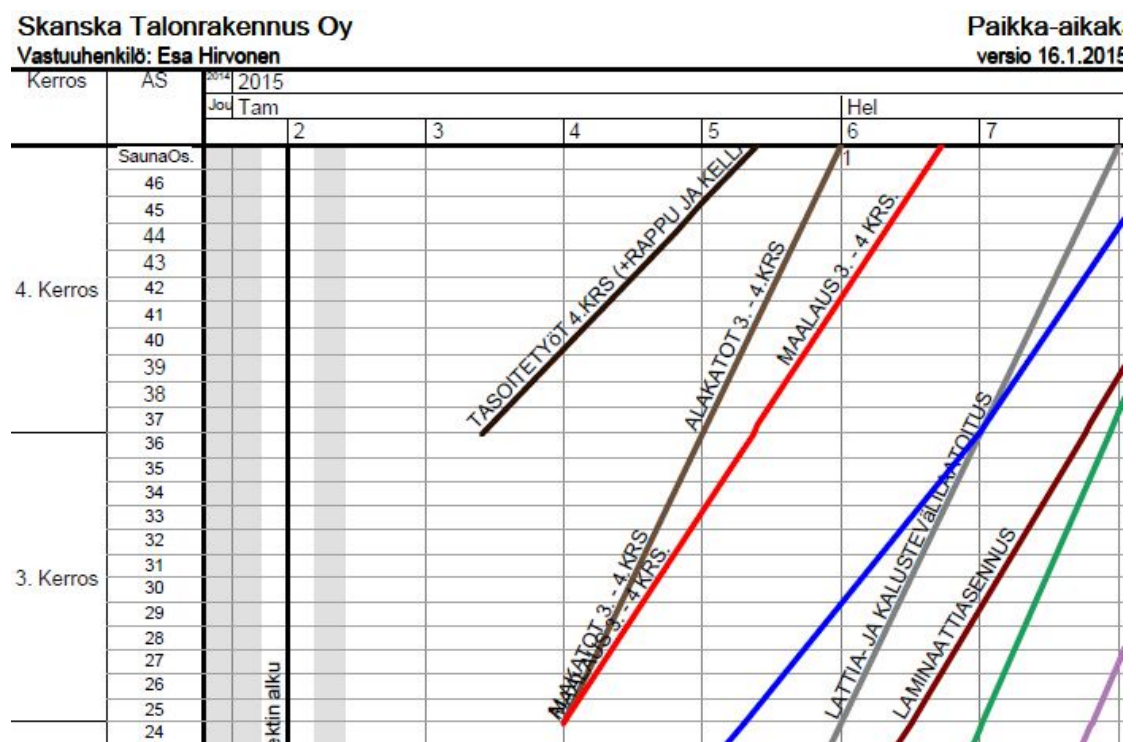
Kuva 2, Esimerkkikuva jana-aikataulusta, Laivalinnankatu 9-11

2.8.2 Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaaviossa tehtäväkokonaisuudet tai työsuoritteet sidotaan aikaan ja paikkaan. Aikataulutettava kohde jaetaan lohkoihin, joissa suoritusjärjestys yleensä on looginen. Työtehtävien väliset kestot, resurssit ja keskinäiset riippuvuudet selvitetään. Tällöin tehtävät saadaan suoritusjärjestykseen. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 25.)

Paikka-aikakaaviossa viivat piirretään vinoon (ks. kuvio 3). Vasempaan reunaan merkitään kohteen eri lohkot esimerkiksi kerrokset ja pystyakselille yläreunaan merkitään aika viikkoina tai jopa tarkemmin. Vinoviivan kaltevuus jokaisen työtehtävän osalta kuvaa tuotantonopeutta. Kun vinoviiva on lähellä pystysuoraa, tehtävän tuotanto on nopeaa. (Mts. 25.)

Vinoviiva-aikataulusta saadaan selville, missä ja milloin mitäkin työtä tehdään. Aikataulusta voidaan havaita tehtävien päällekkäisyyksiä. Paikka-aikakaavion toteumaa seurataan valvontavinjetillä. (Mts. 26.)



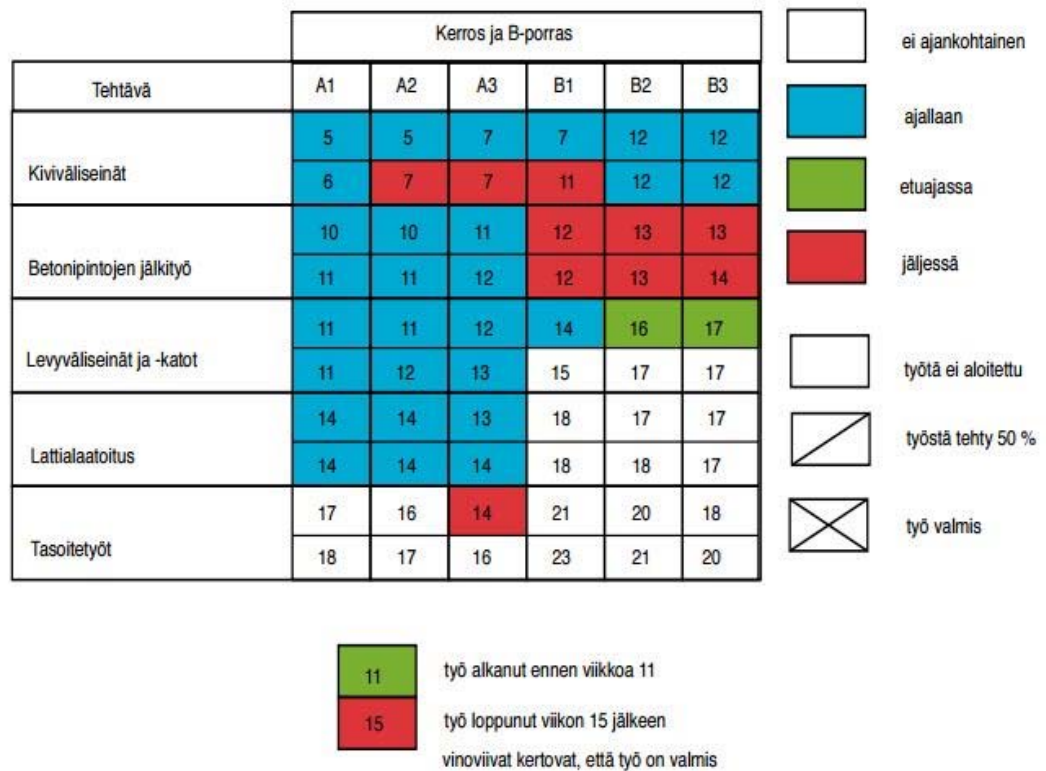
Kuva 3, Esimerkkikuva paikka-aikakaaviosta, Laivalinnankatu 9-11

2.8.3 Valvontavinjetti

Valvontavinjetillä tarkoitetaan taulukkoa tai kuvaa, jolla voidaan seurata nimettyjen työtehtävien valmiusastetta (ks. *kuvio 4*). Seuranta voidaan suorittaa matriisitaulukoon tai esimerkiksi pohjakuvaan. (Toimiva työmaa- hyvät käytännöt. 2014, 28.)

Matriisitaulukon vasemmalla reunalla esitetään työtehtävät ja yläreunassa taas osakohteet. Ruudukkoon merkitään osakohteiden aloitus- ja lopetuspäivä. Kun osakohteesta on 50 % valmiina tai työt siellä on aloitettu, ruudun yli vedetään yksi viiva ja kun kohde valmistuu, vedetään viiva toisinpäin. Rastituksen lisäksi seurannassa voidaan käyttää apuna värejä. Vihreällä värillä merkataan, kun työ on valmis, sinisellä, kun työ on käynnissä, ja punaisella, kun työ on myöhässä. (Mts. 28.)

Tärkeimpinä asioina valvontavinjetistä voidaan seurata tehtävien riippuvuuksia ja vapautumista seuraaville töille. Matriisissa tunnistetaan kriittiset tehtävät tuotannon sujuvuuden takaamiseksi. (Mts. 28.)



Kuva 4, Matriisimuotoinen valvontavinjetti, jossa on hyödynnetty rasteja sekä värejä Toimiva työmaahyvät käytännöt 2014, 28

2.8.4 Tuotantoaikakaavio

Tuotantoaikakaaviolla kuvataan tehtävän toteutuneen valmiusasteprosentin suhdetta suunniteltuun tuotantonopeuteen. Kaaviossa vasemmassa reunassa pystyakselilla on työmäärä, esimerkiksi levyväliseinätyössä neliömetrit, ja vaaka-akselilla aika. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 27.)

Suunniteltua työnsuoritusta kuvaava viiva on lineaarinen ja sen lähtöpiste on origossa ja loppupiste tietyssä pisteessä, missä työmäärä on saavutettu johonkin aikaan mennessä. Tuotantoaikakaavio sopii parhaiten tuotantonopeuden seuraamiseen, jos halutaan yksityiskohtaisesti seurata jonkin tehtävän toteutumista. (Mts. 27.)

2.9 Työtehtävien aloitusedellytysten tarkastaminen

Opinnäytetyössä tehtiin sisävalmistusaikataulun lisäksi edeltävien tehtävien tarkastuslista (*liite 5*). Kaikilla työtehtävillä on tietyt aloitusedellytykset ja esimerkiksi edeltävien tehtävien osalta jokaisella työllä on omansa. (Toimiva työmaa- hyvät käytännöt. 2014, 32.)

Esimerkkejä aloitusedellytyksistä:

- Suunnitelmat
- Materiaalit ja tarvikkeet
- Työntekijät
- Kalusto
- Mesta
- Edeltävät työvaiheet
- Olosuhteet

(Mts. 32.)

Ennen työtehtävien aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa käydään läpi muun muassa aloitusedellytykset. Aikataulussa pysymisen kannalta on tärkeää, että aloitusedellytykset varmistetaan riittävän ajoissa ja tämän kannalta tehtävien keskinäiset riippuvuudet ja tahdistavat työvaiheet tulee tunnistaa jo aikatauluja suunniteltaessa. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 102.)

2.10 Aikataulusuunnittelun yhteenveto

Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu on yksi tärkeimmistä osa-alueista hankkeen onnistumisen kannalta. Vaikka yleisaikataulu ja rakentamisvaihe-aikataulut on laadittu oikein ja tarkasti, ei se vielä tarkoita, että rakennustyöt etenevät jouhevasti niiden mukaan.

Rakennustöiden onnistuminen suunnitellusti vaatii yksityiskohtaisempaa tehtäväsuunnittelua:

Tehtävän ajallinen suunnittelu, kustannusten suunnittelu ja laadunvarmistaminen liittyvät vahvasti toisiinsa. Aikataulussa pysyminen edesauttaa laatutavoitteiden saavuttamista, sillä kiire poistuu. Toisaalta laadusta tai turvallisuudesta ei voi tinkiä aikataulun saavuttamiseksi. Aikataulun ylittyminen tai laatutavoitteiden alittaminen luo puolestaan kustannuksia. Tehtäväsuunnittelulla luodaan keinot aikataulu-, kustannus- ja laatutavoitteiden saavuttamiseksi. (Koskenvesa & Sahlstedt. 2011, 103.)

Hankeaikataululla ja yleisaikataululla määritetään hankkeen reunaehdot. Yleisaikataulun avulla pyritään jo hyvissä ajoin toteamaan, että rakentamiselle varattu aika on riittävä, osaltaan tunnistamaan riskejä ja käytettäviä tuotantomenetelmiä tavoitteiden saavuttamiseksi. Rakentamisvaihe-aikataululla tarkennetaan aikataulusuunnittelua lisäämällä aikatauluun nimikkeitä ja edelleen tunnistamalla yhä tarkemman tahdistavat työvaiheet ja niiden väliset riippuvuudet.

Tehtäväkohtaisella suunnittelulla pyritään toteuttamaan aikataulussa määritetyt tehtävät niille varatussa ajassa ilman häiriöitä. Tehtäväsuunnittelussa tarkennetaan yleisaikataulussa tai rakentamisvaihe-aikataulussa suunniteltujen tuotantotapojen käyttämistä. Tehtäväsuunnittelun yhteydessä tarkastetaan myös kustannusten riittävyys laskemalla tilattujen materiaalien ja käytettävien työtuntien aiheuttamat kustannukset ja verrataan niitä tavoitelaskelmassa varattuihin resursseihin.

Aikataulun toteumaa ja kustannuksia seuraamalla pystyy jälkilaskennalla tarkastelemaan, kuinka hyvin urakkalaskennan aikainen aikataulusuunnittelu ja kustannusten laskenta on onnistunut. Jos huomataan, että rahaa ei ollut varattu riittävästi tai liian paljon, voidaan etsiä syitä tälle poikkeamalle ja tarkentaa urakkalaskentaa tulevaisuudessa.

3 Aikataulusuunnittelu Laivalinnankatu 9-1:ssa

3.1 Lähtökohdat

Opinnäytetyössä tehdyn sisävalmistusaikataulun rakennustekniset työnimikkeet ja niiden kuvaus:

- **Levyväliseinät:** Levyväliseinät tehdään Skanskalla yleensä omatyönä. Väliseinien tekeminen voidaan aloittaa heti, kun vesikatto on valmis tai tilat ovat riittävän kuivat kipsilevyn käsittelylle sekä kaikki vaaka- ja pystyrakenteet ovat valmiit. Kipsilevyseinien rungot tehtiin peltirangasta ja levytys molemmin puolin. Levyväliseiniin lukeutui myös rakennuksen pitkien sivujen puurunkoisten ulkoseinien levyttäminen sisäpuolelta.
- **Aco-hormimuuraus:** Tässä kohteessa erilaisten paloluokiteltujen LVV-runkolinjojen ympärille muurattiin Aco-elementeistä hormit. Muuraus voidaan aloittaa heti, kun hormoneihin tulevat linjat, palomansetit ja läpivientien jälkivalut on tehty.
- **Alakatot, kipsilevy:** Alakattotyöt oli myyty kohteessa aliurakaksi. Alakattotöiden tekoa ohjaa myös erilaiset talotekniset työt sekä pölynsidontamaalaus. Osakohteittain alakattojen rankarunkoja voidaan tehdä etukäteen, kun esimerkiksi jostain tuloilmaputkesta puuttuu enää eristys. Alakattojen rungot tehtiin peltirangasta ja levymateriaalina käytettiin kipsilevyä.
- **Märkien tilojen tasoitetyöt:** Märkien tilojen tasoitetyöt käsittävät yleensä kylpyhuoneiden seinien tasoituksen ns. mustalla tasoitteella. Työ voidaan aloittaa, kun kylpyhuoneiden seinät on muurattu ja lattiat valettu. Kaikki tasoitetyöt vaativat myös paljon erilaisia suojauksia, jotta tasoitetta tai maalia

ei mene väärin paikkoihin, kuten ikkunoihin tai alakaton taakse jääviin LVISA-asennuksiin.

- **Kuivien tilojen tasoitetyöt:** Kuivien tilojen tasoitetyöt ovat kriittisessä roolissa seuraaviin työvaiheisiin pääsemisen kannalta. Ennen kuin kuivia tiloja voidaan käydä tasoittamaan, pitää kaikki väliseinät, hormit ja alakatot olla valmiina. Betonipintojen jälkityöt eli ns. jälkiputsi on oltava tehtynä ennen tasoituksen aloittamista. Tässä kohteessa suoritettiin kolminkertainen tasoitus, jossa tehtiin pohjatasoitus pystyyn ja vaakaan sekä pintatasoitus.
- **Seinien laatoitustyöt:** Kylpyhuoneiden seiniä päästään laatoittamaan, kun niissä on tehty tasoitustyöt ja seinäpinnat ovat riittävän kuivat. Seinälaatoitustyö käsittää vesieristyksen, laatoituksen, saumauksen ja silikonisaumauksen. Tässä kohteessa seinien ja lattioiden laatoitustyöt tehtiin erikseen eli ensin laatoitettiin kaikki seinät ja sitten vasta lattiat. Huomioitavaa on, että seinälaatoitustyöt oli tässä kohteessa tehtävä ennen kylpyhuoneiden alakattoja.
- **Maalaustyöt:** Maalaaminen voidaan aloittaa välittömästi, kun tasoitteet seinillä ja katoissa ovat kuivaneet riittävästi. Perusmaalaaminen käsittää yleensä kolme päätyövaihetta: pohjamaalaus, hionta ja paikkaus sekä pintamaalaus. Yleensä kaikki seinät eivät ole samanvärisiä ja tässäkin kohteessa oli erilaisia tehostevärisiä. Seinät ja katto maalattiin eri kiiltoasteella.
- **Lattialaatoitustyöt:** Lattialaatoituksen aloitusta ohjaa yleensä alusrakenteiden kuivuminen. Ennen lattialaatoitusta pyritään tekemään alakatot ja niiden maalaus, jotta valmiin laatoituksen päällä työskennellään mahdollisimman vähän. Myös seinille asennettavat vesikalusteet on hyvä tehdä ennen lattialaatoitusta. Laattojen alle jääville lattiapinnoille joudutaan yleensä tekemään pohjatöitä, joissa varmistetaan, että kaadot ovat oikein ja seinien vierukset suorat. Vesieristys tulee nostaa kylpyhuoneen oven kynnystä vasten, tämän takia kylpyhuoneiden ovien karmit on asennettava ennen vedeneristyksen tekemistä.

- **Kalusteasennus:** Kalusteasennusta aloitettaessa on maalipintojen oltava valmiit. Kalusteasennukseen kuuluu yleensä asuntojen kiintokalusteet, kuten keittiö-, eteis- ja makuuhuonekaapistot.
- **Laminaattiasennus:** Laminaattiasennus voidaan aloittaa kun alusrakenteet ovat riittävän kuivat, puhtaat ja suorat. Kalusteiden on oltava asennettuna, sillä kelluvia lattianpintamateriaaleja ei saa asentaa kiintokalusteiden alle, koska se estää niiden elämisen ja liikkumisen. Laminaattiasennus käsittää laminaatin alle tulevan alusmuovin levittämisen ja laminaatin asennuksen.
- **Mattotyöt:** Tässä kohteessa muovimattolattioita tuli käytäville ja muihin yleisiin tiloihin. Mattotöitä varten alusrakenteiden on oltava riittävän kuivat. Mattotöihin kuului betonipinnan hionta, plan-tasointu, tarvittaessa hionta toiseen kertaan, liiman levitys ja maton levitys sekä mattomuovilistojen asentaminen. Etenkin tässä kohteessa oli tärkeää suunnitella mattotöiden toteuttamisajankohta hyvin, sillä kun mattopohjat on tasoitettu tai matto levitetty, kulkeminen tälle osalle taloa yleensä katkeaa. Tämän takia on mietittävä, milloin missäkin osakohteessa voi aloittaa mattotyöt riippuen siitä, onko sillä osalla muita töitä kesken.
- **Välioviasennus:** Välioviasennus käsitti tässä kohteessa huoneistoihin menevät kerrostaso-ovet sekä huoneistojen sisäiset väliovet kuten kylpyhuoneen ovet ja makuuhuoneen ovet. Välioviasennus oli suunniteltu aikatauluun niin, että kaikki ovet asennettaisiin yhtäjaksoisesti, mutta työ jouduttiin jaksottamaan niin, että kylpyhuoneen ovet asennettiin suunniteltua aikaisemmin (katso lattiaaatoitustyöt). Välioviasennus suoritetaan yleensä niin, että ensin asennetaan kaikki karmit paikalleen ja viimeiseksi vasta kaikki ovilevyt, jotta ovet eivät hankaloita kulkua tai mene pilalle rakennustöiden ollessa vielä käynnissä.

- **Kalustevälilaatoitus:** Kalustevälilaatoituksella tarkoitetaan tässä tapauksessa keittiön tiskipöydän taustan laatoittamista kalusteiden välistä. Kalustevälilaatoitus käsittää laatoituksen, saumauksen ja silikonisaumauksen. Kalustevälilaatoitus oli suunniteltu tehtäväksi erillisenä kierroksena sillä oletuksella, että lattialaatoituksen yhteydessä kaikkia kalusteita ei olisi vielä välttämättä asennettu. Työ eteni kuitenkin niin, että lattialaatoituksen yhteydessä pystyttiin samaan huoneistoon tekemään samalla kalustevälilaatoitus. Kalustevälilaatoitus vaatii, että keittiön kiintokalusteet on asennettu. Lisäksi on huomioitava, että tältä kohtaa seinää ei ole suotavaa maalata, sillä laattojen kiinnitykseen käytettävä laasti tarttuu paremmin puhtaalle betonipinnalle.
- **Varusteasennus:** Varusteasennus tarkoittaa erilaisia asuntojen kiinteään varusteluun lueteltavia käyttöosia kuten pesuhuoneisiin asennettavia koukkuja, wc-paperitelineitä, lääkekaappeja ja eteisen naulakoita. Tässä kohteessa varusteiden määrä yhdessä asunnossa oli pieni ja tämän vuoksi työtehtävä ei ollut tahdistaa tai muutenkaan merkittävä. Ennen varusteasennusta kaikkien asennuspintojen on oltava valmiit.
- **Kodinkoneet:** Kodinkoneet pyritään tuomaan ja kytkemään asuntoihin mahdollisimman myöhään asuntojen ollessa jo muuten valmiita. Asennettavat kodinkoneet vaihtelevat kohteittain ja tässä kohteessa jokaiseen asuntoon asennettiin hella ja jääkaappipakastin.
- **Loppusiivous:** Loppusiivous käsittää asuntojen siivoamisen viimeisen päälle asumiskuntoon. Yleensä suurin työ on ikkunoiden pesussa ja kaapistojen pyyhkimisessä. Ikkunoihin roiskuu monesti tasoitteita, betonia ja muuta likaa suojauksista huolimatta ja tämän takia niiden puhdistus on vaikeaa. Loppusiivous on yleensä mitoitettava resurssien osalta kulloisenkin tarpeen mukaan, mutta lähtökohtaisesti tässäkin kohteessa sille oli varattu noin neljä työviikkoa. Asunto siivotaan ja suljetaan sen jälkeen ovilla ns. ”valmiiksi”. Perussiivouskierros tehdään kaikissa asunnoissa, minkä jälkeen valmiissa asunnoissa tehdään yleensä vielä viimeistelysiivous, kun kaikki pöly on laskeutunut huo-

neilmasta. Jotta loppusiivous on onnistunut, se on suoritettava osakohteittain ja kerroksittain riittävän ajoissa, sillä esimerkiksi ilmastointilatteiden toimintakokeita varten tilojen on oltava pölyttömät.

3.2 Aikataulun toteutus

Aikataulun toteutuksen lähtökohtana oli, että siitä saadaan mahdollisimman toteutuskelpoinen, mutta silti riittävän tavoitteellinen. Työtehtävät määriteltiin aluksi rakennuttajalla hyväksytetyn yleisaikataulun pohjalta. Yleisaikatauluun merkattuja nimikkeitä jaoteltiin useampaan tehtäväkokonaisuuteen. Tehtävät, joita ei ollut merkattu yleisaikataulutasolle, otettiin mukaan rakentamisvaihe aikatauluun.

Tehtävien kestot laskettiin Ratu-kirjan *Rakennustöiden menekit* avulla, kun suoritemäärät taas saatiin kohteen määräluettelosta. Laskettuja kestoja tarkennettiin arvioinnilla kokeneiden työmaamestareiden kanssa sekä ottamalla yhteyttä aliurakoitsijoiden ammattimiehiin, jotka olivat tulossa tekemään eri tehtäväkokonaisuuksia.

Aikataulu laadittiin käyttämällä *Vico Schedule Control (Vico – control)* -nimistä aikatauluohjelmaa. Ohjelmalla pystyy hyödyntämään sijainteja, määrätietoa ja työmenekkiä. Käytännössä piirtäminen suoritetaan paikka-aikakaavio tai jana-aikataulupohjalle, mutta ohjelma piirtää automaattisesti molemmat aikataulut. Paikka-aikakaavioon määritettiin lohkojako kerroksittain ja asunnoittain. Määrätiedot ja työn kokonaiskesto syötettiin ohjelmaan. Ohjelma laski automaattisesti tarvittavan tuotantonopeuden, jota voitiin vielä verrata laskettuihin Ratu-kirjan työmenekkitietoihin.

Aikataulu laadittiin erikseen rakennusteknisistä töistä sekä kaikista muista töistä, joihin sisältyi myös LVIS-työt. LVIS-töiden kestoihin, määriin tai resursseihin ei tehty tarkennuksia vaan ne syötettiin suoraa yleisaikataulusta. Sivu-urakoitsijat olivat itse laatineet yleisaikataulun taloteknisten töiden osalta, joten niitä ei nähty tarpeelliseksi tarkentaa.

Aikataulu kaikista töistä toteutettiin jana-aikataulupohjalle, koska nimikkeitä oli niin paljon, että paikka-aikakaaviosta olisi tullut vaikeasti tulkittava. Rakennusteknisistä töistä aikataulu laadittiin sekä jana-aikataulumuotoon että paikka-aikakaaviomuotoon.

Sisävalmistusaikataulun toteutumista seurattiin aloitus- ja lopetuspäivämäärien osalta. Opinnäytetyössä laadittiin aikataulunseurantataulukko (*liite 6*), josta pystyy toteamaan, kuinka hyvin laadittu aikataulu on toteutunut.

3.2.1 Kosteudenhallinta osana aikataulusuunnittelua

Hankkeen riskienhallinnan yhteydessä huomioitiin kosteudenhallinta ja tunnistettiin sen haastavuus. Rakennuksen runko toteutettiin kokonaan paikallavaluna ja varsinkin maanvarainen alapohja ja välipohjat olivat paksuja teräsbetonirakenteita. Erityisesti alapohjarakenne oli huomiota herättävä, sillä se on vain yhteen suuntaan kuivava 200 mm paksu betonirakenne.

Aloitussvaiheessa hankkeelle tehtiin kosteudenhallintasuunnitelma Skanskan valmiin pohjan avulla. Tässä suunnitelmassa lasketaan rakenteille teoreettiset kuivumisajat. Näitä kuivumisaikoja käyttämällä yleisaikatauluun sovitettiin erilaiset lattioiden pinnoitustyöt. Riskien tunnistusvaiheessa huomattiin, että jos kuivuminen pääsee tapahtumaan edes teoreettisesti määritellyissä olosuhteissa ja laatat valetaan ajallaan, on aikataulu silti pinnoitustöiden kannalta tiukka.

Tässä opinnäytetyössä on tehty Excel-pohjalle vertailutaulukko (*liite 7*), jossa on verrattu rakenteiden toteutunutta kuivumisaikaa teoreettisiin kuivumisaikoihin. Todellisia kuivumisaikoja ei ole pystytty määrittämään absoluuttisen tarkasti, vaan kuivuminen on todettu suoritettujen mittauspäivämäärien mukaan, eli rakenteen suhteellinen kosteus arviointisyvyydellä on voinut olla jo aiemmin alle määritetyn raja-arvon.

3.2.2 Vertailutaulukon analysointi ja tulokset

Vertailutaulukosta voidaan todeta, että ensimmäisen kerroksen maanvarainen laatta on kuivanut huomattavasti teoreettisesti laskettua aikaa nopeammin sekä rakennuksen A- että B-osalla. Muutoin kerroksien välipohjalaatat ovat kaikki saaneet kuivaa pidempään, mitä teoreettisesti on laskettu vähimmäisajaksi.

Maanvaraisen laatan nopeaan kuivumiseen on vaikuttanut vähäsateinen kevät ja kesä sekä erittäin lämpimät kelit keskikesällä. On huomioitava myös, että talon rakennusvaiheessa kaikki seinät eivät ole olleet ummessa, sillä rakennuksen pitkien sivujen seinät on toteutettu puurakenteisena vasta myöhemmin. Näin ollen laatta on ollut pitkään sateelta suojassa ja päässyt tuulettumaan erinomaisesti. Ennakoinnin ansiosta maanvarainen laatta sekä 2. kerroksen lattialaatta valettiin K-40-betonilla, jossa on pienempi vesi-sementtisuhte eli vähemmän vettä kuin K-30-betonissa, millä rakenne oli suunniteltu toteutettavaksi. Rakenteet hiottiin auki välittömästi, kun se oli mahdollista.

Aikatauluja suunniteltaessa ensimmäisen kerroksen hidas kuivuminen otettiin huomioon niin, että lattioiden pintarakenteet suunniteltiin aloitettavaksi toisesta kerroksesta. Mittaustuloksien myötä järjestys kuitenkin muutettiin niin, että pinnoitustyöt aloitettiin ensimmäisestä kerroksesta.

Kohteen kosteudenhallintasuunnittelu onnistui erinomaisesti niin riskin tunnistamisen kuin ennakkoinninkin osalta. Olosuhteiden ja työmaan toimien ansiosta lattiat etenkin ylemmissä kerroksissa pystyttiin pinnoittamaan hyvin kuivuneille alusrakenteille, ja tämä ei näin ollen aiheuttanut osaltaan lisäkustannuksia kuten kuivureiden käyttöä.

3.3 Johtopäätökset

Sisävalmistusaikataulun seurantataulukosta voidaan todeta, että tehtävien aloituspäivämäärät ovat lähes kaikissa töissä suunniteltua myöhäisemmät. Myöhempi aloitus tarkoittaa myöhempää valmistumista ja aikataulun kiristymistä loppua kohden. Tehtävien kestot pitivät kuitenkin melko hyvin paikkansa ja osa töistä suoritettiin jopa nopeammin, mitä oli suunniteltu.

Aloituspäivämäärät eivät pitäneet paikkaansa johtuen pääosin kolmesta eri syystä. Ensinnäkin aikataulu oli laadittu liian tavoitteelliseksi. Toisekseen sivu-urakoitsijan työt sisävalmistusvaiheen alkuvaiheessa olivat noin puolitoista viikkoa myöhässä, mistä johtuen Aco-hormimuurausta ja alakattoasennusta ei päästy aloittamaan riittävän ajoissa ja tästä johtuen ei taas päästy aloittamaan kuivien tilojen tasoitetöitä. Kolmanneksi koko sisävalmistusvaiheen ajan tasoite- ja maalausurakoitsijalla oli ongelmia työvoiman kanssa. Tasoite- ja maalaustyöt kahlasivat koko rakennusvaiheen jäljessä ja esimerkiksi rakennusteknisissä töissä kuten kalusteasennuksessa jouduttiin suoritusjärjestystä muuttamaan ja maalareiden työ hankaloitui entisestään.

Aikataulusuunnittelu oli onnistunut siltä osin, että töille oli varattu riittävästi aikaa ja loppupäässä oli riittävästi puskureita, jotta suurista ongelmista huolimatta rakennus saatiin valmiiksi ajallaan. Sisävalmistusvaihe- ja luovutusvaiheaikatauluja päivitettiin useaan otteeseen rakennuksen edetessä; tällä tavoin seurattiin, että aikaa edelleen oli riittävästi ja voitiin suunnitella esimerkiksi maalausurakoitsijan kanssa työvoiman tarvetta.

Työn aikana tuli selväksi, että aikataulun suunnittelu on erittäin haastavaa ja yksi tärkeimmistä asioista suuressa rakennushankkeessa. Hankkeen aikana ilmeneviä ongelmia ei voi ennustaa ja tästä syystä aikataulussa on oltava riittävästi väljää, vaikka se ei jälkikäteen tarkasteltuna muuten pitäisikään paikkaansa.

Skanskan itse suorittamien töiden osalta aikataulussa ei ollut mitään ongelmaa. Aliurakoitsijoille myytyjen töiden osalta hankkeen kontrolloiminen osoittautui erittäin hankalaksi. Skanskalla kaikki aliurakoitsijoiden sopimukset tehdään tiettyjen liitteiden kanssa, joihin on pyritty merkitsemään tarkasti kaikki aliurakoitsijan velvollisuudet suoritusaika ja myöhästymissakot mukaan lukien. Huolimatta sakoista aliurakoitsijat eivät aina pysty suorittamaan töitään kuten on sovittu ja tämä aiheuttaa etenkin työmaan työjohtolle päänvaivaa ja lisätöitä.

Aliurakoitsijoita valittaessa on hinnan lisäksi otettava huomioon toimitusvarmuus. Valintoja tehdessä voisi mahdollisesti hyödyntää enemmän aiempaa kokemusta aliurakoitsijan suoriutumisesta ja yhteistyön sujuvuudesta. Sopimuksiin voisi mahdollisesti sisällyttää kovemmat sanktiot toimituksen myöhästymisestä.

4 Jälkilaskenta

4.1 Yleistä rakennushankkeen jälkilaskennasta

Jälkilaskennan tavoitteena on valvoa kustannuslaskelmien paikkansapitävyyttä. Jälkilaskennasta saatavaa tietoa käytetään kustannusten tasoerojen havaitsemiseen, rakennushankkeen taloudelliseen loppuselvitykseen ja viitekohdetietona tuotannon suunnittelussa ja kustannuslaskennassa. Jälkilaskennassa kustannukset käsitellään arvonlisäverottomina ja arvonlisävero esitetään omana kohtanaan. (Enkovaara. 1994, 191.)

Tarkasti tehty jälkilaskentatieto auttaa yrityksen laskentajärjestelmän kehittymistä ja tarjousten tekeminen tarkentuu yhtäläisemmäksi yrityksen tuotantokyvyn kanssa. Urakkalaskennan tarkentumisen ansiosta yrityksen mahdollisuudet kannattaviin hankkeisiin paranevat. (Mts. 191.)

4.2 jälkilaskentatiedon käyttö

Jälkilaskennan tuloksena rakennushankkeen tavoite ja toteumatiedot tehdään yrityksen tietokannan valvonnan suhteen yhtenäiseen muotoon. Tavoitteena on, että jälkilaskentatieto on useammasta hankkeesta samanlaisessa muodossa ja tätä aineistoa päästään tarkastelemaan tilastollisesti. Tilastotiedon avulla kohdistetaan yrityksen laskentatoimen resursseja niihin osa-alueisiin, joissa tavoitteen ja toteuman välillä on kustannuseroja. (Enkovaara. 1994, 191.)

Rakennusyrityksen standardikustannuslaskennan muodostamaa hankkeen kustannustasoa ei pidä muuttaa, sillä se on yleensä hyvällä pohjalla. Jälkilaskentatiedon avulla saadaan selville kustannuserojen seuraukset mutta ei syitä. Erojen syiden selvittäminen saattaa olla mahdotonta. Jälkilaskentatietoa ei käytetä kustannuslaskentastandardien ylläpitoon, mutta standardeja päivitetään aina esimerkiksi tuotantomenetelmien kehittyessä ja tällöin jälkilaskentatiedon on hyvä olla käyttökelpoisessa muodossa. (Mts. 191.)

4.3 Jälkilaskennan vaiheet

Jälkilaskentaa suoritetaan kolmessa eri vaiheessa: Hankkeen aikana, jälkilaskentapalaverissa ja hankkeen valmistuttua. Ensimmäisessä vaiheessa kerätään järjestelmällisesti kustannustietoja. Toisessa vaiheessa pidetään palaveri, jossa tuotantohenkilöstö kertoo syitä kustannusten tavoitteiden ja toteuman välisiin eroihin. Kolmannessa vaiheessa kohteen kustannustiedoista koostetaan viitekohdekansio. (Enkovaara. 1994. 192.)

4.3.1 Hankkeen aikana tapahtuva jälkilaskenta

Rakennushankkeen toteuttamisaikana suoritettava jälkilaskenta tarjoaa välitöntä palautetietoa laskentatoimen valvonnan suorittamiseksi. Jälkilaskenta voidaan tehdä heti, kun jokin yksittäinen työtehtävä on saatu valmiiksi, kunhan tehtävä on litteroitu yksittäisenä tai sille on muodostettu oma tarkkailunimike. Hankkeen aikana tehtävään jälkilaskentaan vaikuttaa yrityskohtaiset ohjeet. Yrityksellä voi olla tiettyjä litteroituja, kuten pääryhmät tai kustannuksiltaan suurimmat litterat, joista suoritetaan jälkilaskentaa jokaisessa hankkeessa. Hankekohtaiset ohjeet määrittävät, mitä nimikkeitä kussakin hankkeessa tarkkaillaan. (Enkovaara. 1994. 192.)

Enkovaaran Rakennustöiden laatukirjan mukaan hankkeen aikaisessa jälkilaskennassa suoritetaan seuraavat toimenpiteet:

1. *Varmistetaan, että tarkkailunimikkeen työ on todella valmistunut ja että kaikki siihen liittyvät kustannukset on laskettu. Työn on oltava loppuunlaskutettu, eikä sille saa enää tulla lisää kustannuksia.*
2. *Tarkistetaan, että toteutuneet kustannustiedot, hankintojen laskutukset ja palkanmaksut, on kohdistettu oikeille litteroille. Mahdolliset virheet on korjattava.*
3. *Korjataan suunnitelman määrätiedot vastaamaan toteutunutta tuotantoa. Kustannuslaskennan määrävirheet korjataan ja muutostöiden vaikutukset päivitetään, ellei niitä ole jo aikaisemmin päivitetty. Kustannuslaskennan määrävirheet raportoidaan erikseen.*
4. *Korjataan suunnitelman kustannuslajitiedot vastaamaan toteutunutta alihankinta-astetta. Esimerkiksi, jos tavoite on asetettu tehtäväksi omana työnä ja työ on toteutettu aliurakkana, niin vaihdetaan kustannusten kustannuslaji aliurakan kustannuslajiksi.*
5. *Selvitetään syyt tavoitekustannusten ja toteutuneiden kustannusten eroihin.*
6. *Arvostellaan tarkkailunimikkeen kelpoisuus kustannusjärjestelmän valvonnan kannalta.*
(Mts. 192-193.)

Edellä luetellut vaiheet käydään läpi tarkkuuden mukaan eri tarkkailunimikkeille.

Vaiheet 1 ja 2 tehdään kaikille tarkkailunimikkeille. Kaikki vaiheet käydään läpi vain tarkemmassa tarkastelussa oleville nimikkeille. Työnimikkeet, joiden kustannuksiin

on vaikuttanut jokin poikkeuksellinen tai arvaamaton syy, eivät ole käyttökelpoisia yrityksen kustannusjärjestelmää tarkasteltaessa. (Mts. 193.)

4.3.2 Jälkilaskentapalaveri

Jälkilaskentapalaveriin osallistuvat rakennetun kohteen työnjohto, työsuunnittelijat, työmaanjohto ja kustannuslaskijat. Palaverin tarkoituksena on kustannustietojen vaihtaminen kirjallisesti. (Enkovaara. 1994. 194.)

Hankkeen kustannusten tavoitteet ja toteumat käydään läpi tarkkailunimikkeittäin. Työmaahenkilöstö kertoo näkemyksensä syntyneiden erojen syistä ja erityistä huomiota kiinnitetään niihin litteroihin, joissa poikkeamat ovat suuria. Ongelmia läpikäydessä voi tulla esille jokin tietty ongelmakohta, joka on ilmennyt muissakin hankkeissa. Tällöin ongelmaan etsitään ratkaisua mahdollisesti tuotantomenetelmiä kehittämällä tai sitten ongelman aiheuttamat kustannukset otetaan huomioon kustannuksissa tulevilla urakkalaskennoissa. (Mts. 194.)

Jälkilaskentapalaverissa tarkastellaan myös rakennushankkeen lopullinen tulos. Hankkeen onnistumiset ja epäonnistumiset käydään läpi. Palaverissa tunnistetut ongelma-aiheuttajat tai ongelma-alueet auttavat yritystä seuraavien kohteiden kustannuslaskennassa. (Mts. 194.)

4.3.3 Viitekohdekansio

Viitekohdekansio koostetaan jokaisesta toteutuneesta kohteesta. Hyvin onnistuneista hankkeista voidaan valita mallikohteita. Kansioon arkistoidaan kustannuslaskenta, tarjoushinnan määrittämiseen ja toteutukseen liittyvät asiakirjat. (Enkovaara. 1994. 194.)

Viitekohdekansio voi muun muassa sisältää seuraavia asiakirjoja:

- Urakkasopimus, urakkaohjelma ja urakkarajaliite
- Tarjousvaiheen urakkalaskelmat
- Riskianalyysit
- Hankkeen aikaiset tuotantolaskelmat (Tehtäväsuunnitelmat)
- Alkuperäinen määräluettelo vertailtuna toteutuneisiin määriin
- Jälkilaskelma
- toimittaja arvostelut

(Mts. 194.)

Mallikohteeksi valitaan hyvin mennyt kohde tai osa kohteesta. Mallikohteen viitekohdekansiota käytetään tietynlaisien rakennustyyppien ja panosrakenteeltaan samankaltaisten kohteiden urakkalaskennan apuna. Kustannusten vertailulukujen avulla voidaan tarkastaa uuden vastaavanlaisen hankkeen tarjousvaiheen laskennat. Vertailukuina käytetään muun muassa kustannusjakaumaa ja tiheyslukuja. Vertailulukuja ovat esimerkiksi pääryhmittäinen kustannusjakauma ja kustannukset bruttoalaa tai rakennustilavuutta kohden. (Enkovaara. 1994. 194.)

Mallikohteiksi on hyvä valita erikoispiirteisiä ja harvoin toteutuvia hankkeita, koska näiden kohteiden rakenneratkaisuja ja tuotantomenetelmiä ei välttämättä ole sisällytetty yrityksen laskentajärjestelmään. Mallikohteiden tiedoista voidaan kehittää yrityskohtaisia tunnuslukuja joiden avulla esimerkiksi erikoishankkeita toteutetaan. (Enkovaara. 1994. 195.)

4.4 Jälkilaskennan toteutus

Tässä opinnäytetyössä jälkilaskentaa ei ole suoritettu kaikissa edellä kuvatuissa vaiheissa, koska selvisi liian myöhään, että jälkilaskenta otetaan osaltaan mukaan työhön. Jälkilaskenta on toteutettu kuitenkin esimerkiksi pääryhmän litteran *Runkotyöt*

osalta (*liite 8*) niin, että allekirjoittanut on ollut havainnoimassa koko runkovaiheen ajan työn suorittamista ja todennut merkittävät ongelmakohdat.

Laskennassa on excel-taulukkoon kirjattuna tavoitelaskelmassa esitetyt kustannukset kustannuslajeittain ja laskutustiedoista eroteltuna toteutuneet kustannukset. Positiivisiin ja negatiivisiin kustannuspoikkeamiin eri nimikkeillä on pyritty löytämään syy.

4.5 Jälkilaskennan johtopäätökset

Jälkilaskentaan valikoitui perustusten ja rungon litterat 2 ja 3. Valitsin nämä litterat, koska olen ollut seuraamassa töitä näiden litteroiden osalta ja kustannuspoikkeamiin on helpompi ottaa kantaa. Yleisellä tasolla litterat ovat neutraalit, vaikka perustuksista viivan alle jäikin huomattava summa. Tuotantotapojen työnaikainen muuttaminen ja materiaalien hintojen vaihtelut ovat kustannuspoikkeamin pääasialliset syyt.

4.5.1 Runko

Runkoon on urakkalaskenta vaiheessa varattu jopa kolmasosa enemmän työtunteja toteutuneeseen nähden. Runko toteutettiin erittäin nopealla aikataululla ja mahdollisimman tehokkaasti. Todennäköisesti poikkeama johtuu sekä hieman ylimitoitetusta tuntimäärästä että tehokkaasta tuotannosta. Materiaalikustannukset muottitöiden osalta ovat taas ylittyneet reilusti johtuen erittäin suuresta muottimäärästä työmaalla ja niiden vuokrahinnasta.

Rungon raudoituksessa on mennyt laskettua enemmän työtunteja. Raudoitusapuna jouduttiin käyttämään aliurakoitsijan työntekijöitä tiukan aikataulun vuoksi. Runkoon oli suunniteltu merkille pantavan paljon raudoitteita ja ehkä sen takia tarvittavan tuntimäärän määrittäminen on ollut hankalaa.

Rungon betonointi välipohjien osalta jouduttiin toteuttamaan pumppuautolla, vaikka alun perin oli suunniteltu, että valut suoritettaisiin torninosturilla. Tiukan aikataulun vuoksi jouduttiin torninosturi rauhoittamaan välipohjien valamisen ajaksi seinämuot-tityölle. Betonointi on muuten laskettu hyvin tarkasti ja oikein työmäärällisesti. Ma-teriaalikustannuksissa on päästy arvioitua vähemmällä kustannuksilla suotuisan beto-nin hinnan vuoksi.

Betonielementtityöt ovat sujuneet tuntimäärältään nopeammin, mitä urakkalasken-nassa on määritetty. Materiaalikustannukset ovat kuitenkin olleet huomattavasti suuremmat kuin laskettu.

Puu-ulkoseinissä kustannukset ovat ylittyneet reilusti urakkalaskennan arvioimasta hinnasta. Seinien teko sujui työmaalla ehkä normaalia hitaammin. Puurunkojen teki-jää jouduttiin työjärjestyksellisistä syistä vaihtamaan useaan otteeseen ja tämän ta-kia ei saatu toistuvuuden tuomaa tehokkuutta. Materiaalikustannukset olivat todelli-suudessa suuremmat kuin lasketut. Puurunkojen tekoon on myös jouduttu käyttä-mään aliurakoitsijan työntekijöitä.

Vesikattotyöt ovat sujuneet ajallisesti neljäsosan nopeammin mitä tavoitteeksi on määritetty. Materiaalikustannuksissa on myös säästetty. Vesikaton puutyöt suunniteltiin tekijöiden ja työnjohdon välillä erittäin hyvin ja ongelmallisiin kohtiin etsittiin yhdessä ratkaisua. Tämän takia työt varmasti sujuivat laskettua nopeammin. Esimer-kiksi päätyristikot vaihdettiin ennen ristikoiden toimitusta räystäasvasojen verran ma-talammiksi kuin muut ristikot. Ristikoiden ollessa matalammat saatiin räystäasvasat tuotua suoraan päätyristikoiden yli ja puutyöt tällä osalla vähenivät.

4.5.2 Perustukset

Perustusten muottitöissä on toteutunut tuntimäärä huomattavasti suurempi kuin laskettu. Tässä tapauksessa anturoiden päältä nousevat perusmuurikaulat kantavien seinien kohdalla olivat ehkä odotettua suuremmat sekä hankalammat toteuttaa mitä

suunnitelmista ymmärtää. Talon keskivaiheilla sijaitsevat kellarin anturat nousivat viistosti talon molempia päätyjä kohden. Anturat ja anturakaulat molemmissa päissä jouduttiin toteuttamaan viistosti, mikä hidasti työntekoa. Urakkalaskennassa ja jopa työmaan perustamisvaiheessa ns. anturakaulojen eli perusmuurien määrää oli hankala hahmottaa ennen kuin niitä alettiin toteuttaa.

Perustusten raudoitus onnistui todellisuudessa laskettua nopeammin. Anturamuotin siivut ja raudoitehäkit tehtiin suorilta osilta valmiiksi ja niistä koottiin sitten muotit ja raudoitukset. Tämä työmaan sisäinen esivalmistus nopeutti varmasti ainakin raudoitustyötä, koska raudoitehäkit pystyttiin tekemään telineiden päällä seisaaltaan eikä anturamuotin sisässä maassa kontaten.

Perustusten betonoinnissa on päästy suotuisaan tulokseen betonin edullisemman hinnan vuoksi. Veden- ja lämmöneristeissä jouduttiin käyttämään aliurakoitsijan työntekijöitä ja erityisesti kellarin ulkoseinillä eristystyötä oli paljon.

Väestönsuojarakenteissa laskenta on tarkka ja vastaa toteutunutta. Maanvaraisessa laatassa työ määrä on ollut vain kolmannes siihen lasketusta. Mahdollisesti työtunteja on litteroitu muille litteroille ja työ on suoritettu muuten tehokkaasti. Maanvaraisen laatan valut ovat sujuneet hyvin ja aliurakoitsijan hinta ollut laskettua matalampi.

5 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Skanskan kerrostalotyömaan tarpeisiin aikatauluja, seurata aikataulun toteumaa, verrata kosteudenhallintasuunnitelmaa toteutuneeseen ja tehdä joiltain pääosilta jälkilaskentaa urakkalaskennan tarkentamista varten. Toimeksiantajan antamat tehtävät onnistuivat hyvin ja aikataulujen avulla kohde saatiin toteutettua ja luovutettua suunnitelmien mukaisesti.

Rakennustyömaan aikataulujen tekeminen osoittautui ennakkotuntumaa hankalamaksi. Aikatauluja jouduttiin työmaan edetessä hieman muokkaamaan. Työvaiheiden osakohteiden suoritusjärjestys muuttui muutaman kerran. Aliurakoitsijoiden työvoimaongelmat ja sitä kautta töiden hidas eteneminen ahdistivat monia työvaiheita toteutettavaksi suunniteltua myöhemmin ja nopeammin.

Aikatauluseuranta on tehty vain aloitus- ja lopetuspäivämäärien osalta, koska allekirjoittanut ei voinut olla työmaalla koko sisävalmistusvaihetta eikä tarkempaa seurantaa pysty muualta käsin tekemään. Seurannasta kuitenkin selviää, että suurin osa työvaiheista on aloitettu suunniteltua myöhemmin. Sisävalmistusvaiheessa lähes kaikki työt ovat toisilleen tahdistavia. Ensimmäisen tahdistavan työvaiheen aloituksen myöhästyessä on todennäköistä, että seuraavatkin työt joudutaan aloittamaan suunniteltua myöhemmin. Osaksi seuranta antaa väärän kuvan töiden kestosta, koska työvaihetta ei ole päästy tekemään katkoitta eli työtä on jouduttu suorittamaan monessa eri pätkässä. Töiden kestot olivat kuitenkin pääosin suunnitellun mittaiset.

Kosteudenhallintasuunnitelma oli tehty heti työmaan alussa ja sen vaatimat toimenpiteet rakenteiden kuivumisen takaamiseksi suunniteltiin ja toteutettiin hyvin. Rakenteiden kuivuminen tapahtuikin odotettua nopeammin ja töiden kerroksittaista suoritusjärjestystä pystyttiin muokkaamaan loogisemmaksi. Hyvän kosteudenhallinnan ja otollisien olosuhteiden ansiosta rakenteet pääsivät kuivumaan tarpeeksi. Kosteudenhallinnan toteutumisen seurannasta selviääkin, että rakenteet kuivuivat las-

kettua nopeammin. Rakennusalalla yleisenäkin keskusteluaiheena on useasti märkien rakenteiden pinnoittamisesta aiheutuvat rakenteelliset ja sisäilmalliset ongelmat. Tässä kohteessa voidaan puhua erinomaisesta suorituksesta riittävän aikaisen ja hyvän suunnittelun sekä toteutuksen saralla.

Opinnäytetyön jälkilaskentaosuudella pyrittiin luomaan lisäarvoa toimeksiantajalle. Jälkilaskentavaiheen mukaanottamisesta kuitenkin päätettiin niin myöhään, että kaikkien vaiheiden mukaista tarkkaa jälkilaskentaa ei enää ehtinyt tehdä. Jälkilaskenta toteutettiin kahdelle litteralle. Litterat valittiin niin, että allekirjoittanut on ollut kyseisissä rakennusvaiheissa työmaalla seuraamassa työn tekoa. Laskenta on suoritettu yksinkertaisesti summaten tavoitearvion määriä laskutuksessa toteutuneisiin määriin. Edellä mainittujen määrien poikkeamien syitä on pyritty löytämään sekä laskennan että työmaan puolelta.

Jälkilaskennan poikkeamista pystyi pääasiassa toteamaan vain tuotantotapojen muutoksia tai materiaalihintojen vaihtelua. Urakkalaskentaa tarkentavia yksityiskohtaisia ja yleisiä ohjeistuksia ei tuloksista saatu. Voidaan kuitenkin todeta, että tulevaisuudessa vastaavanlaisen kohteen urakkalaskennassa pystytään korjaamaan muutamia virheitä liittyen suunniteltuihin tuotantotapoihin ja tuntimääriin. Esimerkiksi holvien valun pystyy suoraan suunnittelemaan ja laskemaan tehtäväksi betonipumpulla eikä torninosturilla, sillä torninosturin käyttöaste paikallavalukohteessa on lähes 100 prosenttia. Suuremmassa kohteessa on varmasti mietittävä jo useamman nosturin käyttöä eri työvaiheiden toteutukseen.

Kokonaisuutena työ on hieman sirpaleinen ja siinä on yhdistelty monia pieniä osia. Kaikki työn osa-alueet kuitenkin liittyvät ja vaikuttavat olennaisesti toisiinsa. Työn aikana opin, että rakennushankkeen hallinta on erittäin haastavaa ja vaikka suunnittelua ja valmistelua tehdään hyvin ja tarkasti, muuttuvia tekijöitä löytyy silti aina. Kaikki hankkeen osa-alueet eivät koskaan ole yhden tahon käsissä ja tämän takia yhteistyö ja osallistuttaminen ovat tärkeässä roolissa yllättävien muutoksien minimoimiseksi.

Lähteet

Enkovaara, E. Haveri & H. Jeskanen, P. 1994. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto.

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus (Ratu KI-6021). Helsinki: Rakennustieto.

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2006. Rakentamisen ajallinen suunnittelu. Ajallisen suunnittelun perusteet. (RATU 1216-S). Helsinki: Rakennustieto

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Lindberg, R., Kivimäki, C., Koistinen, L., Palolahti, T. & Lahtinen, M. 2014. Toimiva työmaa – hyvät käytännöt. Helsinki: Rakennustieto

Länsipuro, T. 1992. Tarjousvaiheen Aikataulusuunnittelu. Tampereen teknillinen korkeakoulu, rakennustekniikan osasto, rakentamistalous. Tampere.

Mäki, T. Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 1994. Rakennushankkeen laatu. Helsinki: Rakennustieto.

OneSkanska. Skanskan Intra - sivusto. 2015.

Liitteet

Liite 1 – Sisävalmistusaikataulu (jana-aikataulu)

Liite 2 – Sisävalmistusaikataulu rakennustekniset työt (jana-aikataulu)

Liite 3 – Sisävalmistusaikataulu rakennustekniset työt (paikka-aikakaavio)

Liite 4 – Luovutusvaihe aikataulu (paikka-aikakaavio)

Liite 5 – Tehtävien aloitusedellytykset tarkastuslista

Liite 6 – Aikatauluseuranta

Liite 7 – Kosteudenhallinta vertailu

Liite 8 – Jälkilaskenta

Selite	Määrä	Yksikkö	Kesto	Aloitushetki	Lopetushetki	2014														2015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
						2014														2015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
						sv	Lok													Mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Selite						2014													2015														
						Lok		Mar			Jou			Tam		Hel							Maa										
						42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
LEVYVÄLISEINÄT	431	M2	20	20.10.2014	17.11.2014	20																											
ACO-HORMI MUURAUS	379	M2	10	27.10.2014	7.11.2014	10																											
ALAKATOT KIPSILEVY, KUIVAT TILAT	383	M2	20	27.10.2014	24.11.2014	20																											
TASOITETYÖT MÄRÄT TILAT	1059	M2	10	3.11.2014	14.11.2014	10																											
TASOITETYÖT KUIVAT TILAT	4061	M2	40	3.11.2014	2.1.2015	40																											
SEINÄLAATOITUSTYÖT	1059	M2	25	17.11.2014	19.12.2014	25																											
MAALAUSTYÖT	5000	M2	50	17.11.2014	3.2.2015	50																											
ALAKATOT MÄRÄT TILAT	250	M2	15	1.12.2014	19.12.2014	15																											
LATTIALAATOITUSTYÖT	258	M2	20	8.12.2014	12.1.2015	20																											
KALUSTEASENNUS	46	ERä	46	8.12.2014	17.2.2015	46																											
LAMINAATTIASENNUS	1778	M2	25	15.12.2014	26.1.2015	25																											
ALAKATOT KÄYTTÄVÄT	220	M2	10	12.1.2015	23.1.2015	10																											
MATTOTYÖT	381	M2	9	19.1.2015	30.1.2015	9																											
VÄLLOVIASENNUS	152	KPL	20.1	26.1.2015	23.2.2015	20.1																											
LISTOITUS	2400	JM	20	2.2.2015	2.3.2015	20																											
KALUSTEVÄLILAATOITUS	70	M2	7.1	9.2.2015	18.2.2015	7.1																											
VARUSTEASENNUS	46	ERä	15	9.2.2015	27.2.2015	15																											
KODINKONEET	46	ERä	10	16.2.2015	27.2.2015	10																											
LOPPUSINOVUS	2750	M2	20	16.2.2015	16.3.2015	20																											

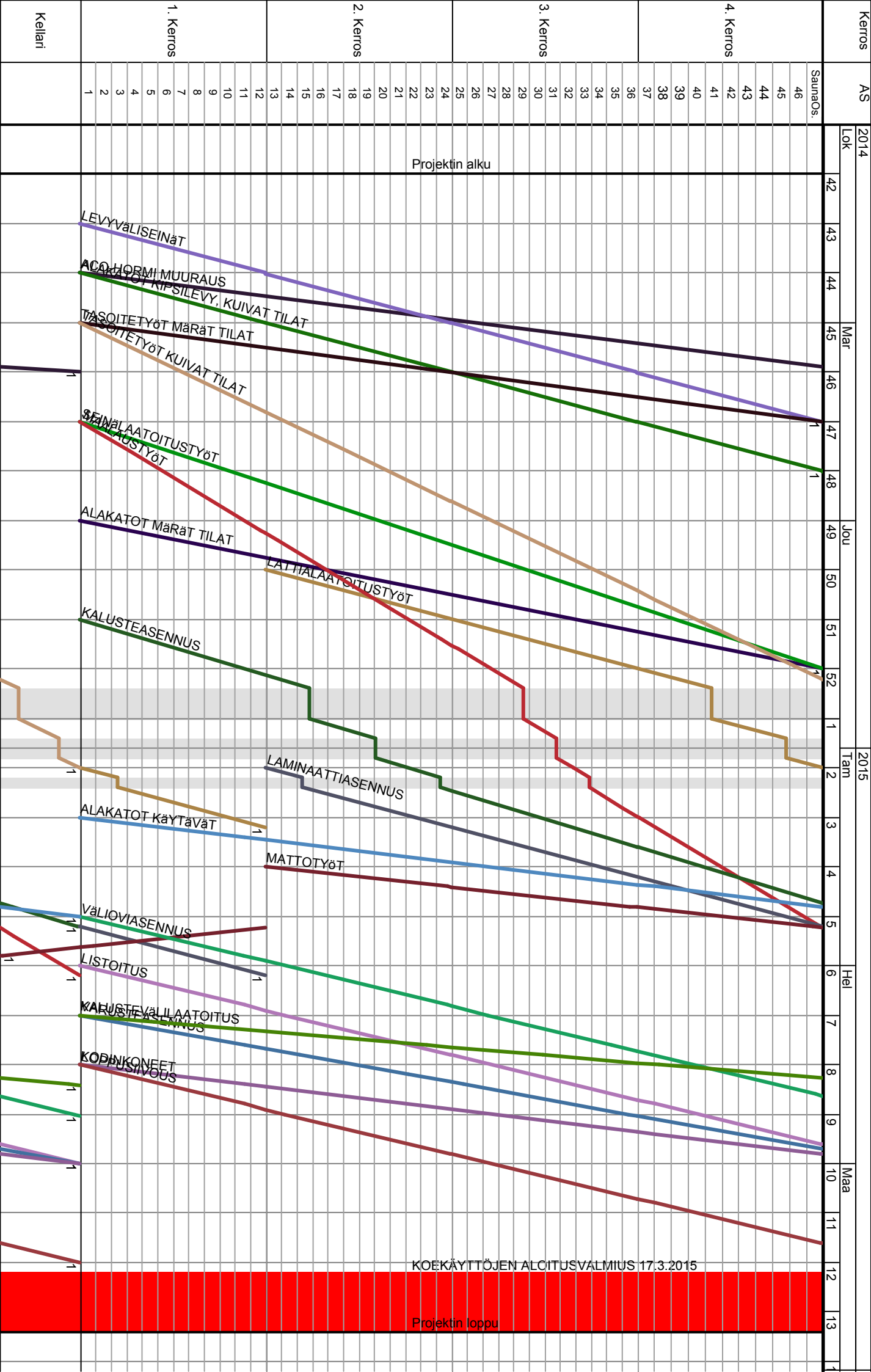
Projektin alkua

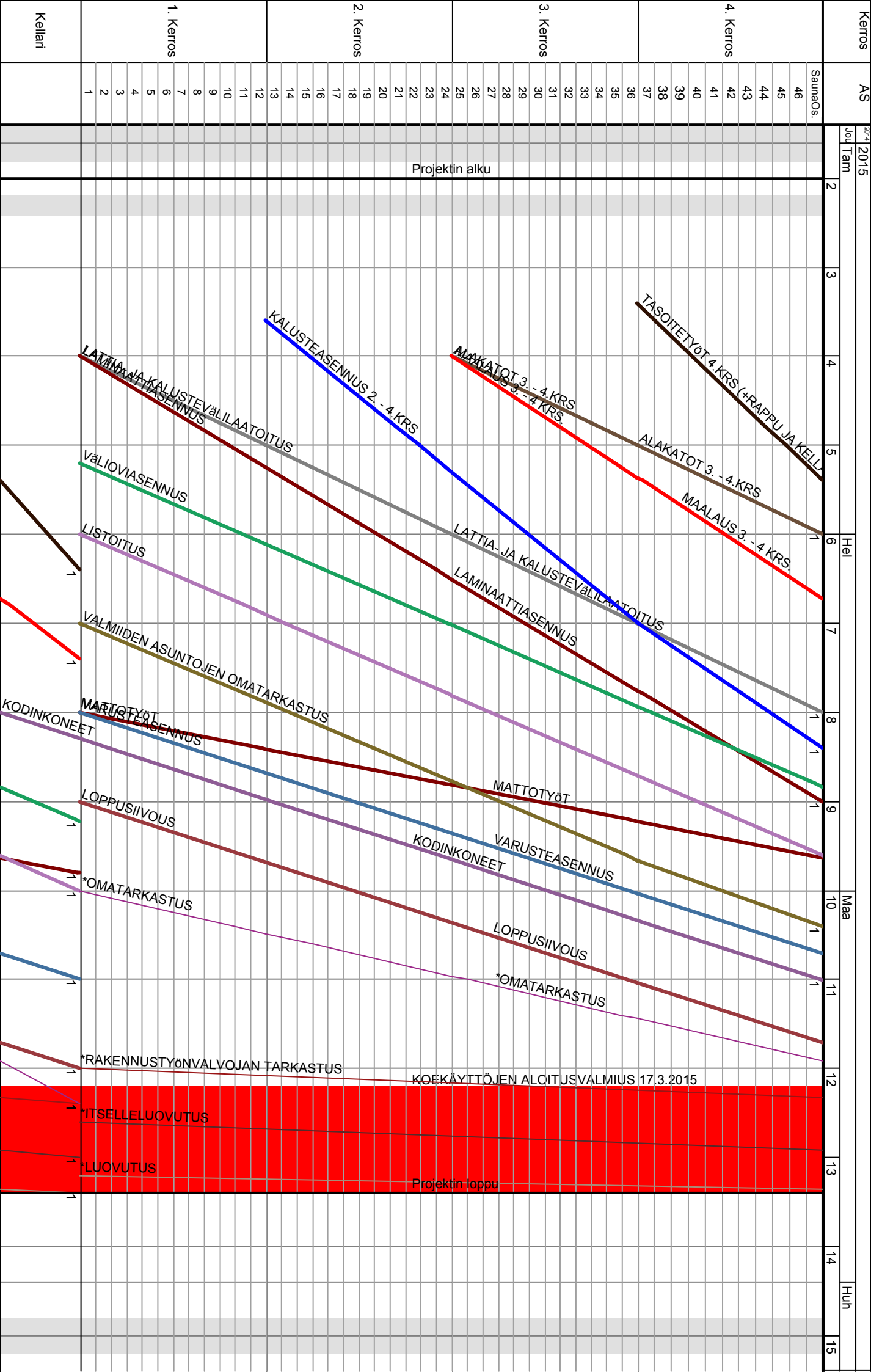
Projektin loppua

Käyttäjien aloitusvalmius 17.3.2015

Projektin alku

KOKOKÄYTTÖJEN ALOITUSVALMIUS 17.3.2015
Projektin loppu





SISÄVAIHEAIKATAULU

Tehtävien aloitusedellytykset/edeltävät työvaiheet

Tarkastuslista:

1. Aco-hormi muuraus

- Hormien putkitukset tehty
- Putkien mahdolliset eristykset tehty
- Viemärien palokatkot/mansetit asennettu

2. Levyväliseinät

- Sähkömiehen asennukset/rasiat
- Puu-ulkoseinät villoitettu ja levytetty
- Seinien paikat merkattu

3. Alakatot kipsilevy, kuivat tilat

- Väliseinät huoneeseen tehty
- Piiloon jäävät putket paikallaan ja eristetty
- Sähkömiehen johdotukset valaisimille yms. tehty

4. Tasoitetyöt, märät tilat

- Betonipintojen jälkiputsi tehty
- Rasiat acoseininissä laitettu
- Aco – hormit muurattu

5. Tasoitetyöt kuivat tilat

- Betonipintojen jälkiputsi tehty
- levyväliseinät ja alakatot tehty
- Puu-ulkoseinät villoitettu ja levytetty
- Ikkunat ja parvekeovet suojattu
- LVIS – asennukset tehty

6. Vedeneristys ja seinälaatoitustyöt

- Kylpyhuoneiden seinät tasoitettu
- LVS - asennukset acoseinissä asennettu ja paikattu

7. Maalaustyöt

- Tasoitetyöt tiloissa tehty (mesta)
- Ikkunat ja parvekeovet suojattu

8. Alakatot kipsilevy, märät tilat

- Seinälaatoitustehty ja saumatta
- Lattialaatoitusta ei mielellään vielä tehty

9. Vedeneristys ja lattialaatoitus

- Lattiakaadot tarkastettu ja korjattu
- Lattioiden kosteudet mitattu ja todettu asennuskelpoisiksi
- Lattiapinnat hiottu
- Alakatot KPH:ssa tehty, tasoitettu ja maalattu

10. Kalusteasennus

- Väliseinät ja alakatot tehty
- Pinnat tasoitettu ja maalattu
- Mestat puhtaat

11. Laminaattiasennus

- Lattioiden kosteudet mitattu ja todettu asennuskelpoisiksi
- Lattiapinnat hiottu ja putsattu asennuskelpoisiksi
- Kalusteet asennettu ja pinnat valmiit

12. Alakatot käytävät; t-listakatto ja akustovilla

- Käytävien LVIS runkolinjat asennettu ja eristetty
- Käytävien seinät tasoitettu ja maalattu valmiiksi
- Mattoja ei vielä asennettu käytäviin

13. Mattotyöt

- Lattioiden kosteudet mitattu ja todettu asennuskelpoisiksi
- Lattiapinnat hiottu ja tehty asennuskelpoisiksi
- Mestat puhtaat ei rojua tai roskia
- Asennusmesta rauhoitettu (ei tarvetta läpikulkemiselle)

14. Välioviasennus

- Laminaattiasennus valmis
- Pinnat valmiiksi tasoitettu ja maalattu

15. Listoitus

- Laminaattiasennus valmis
- Ovet ja ikkunat paikoillaan

16. Kalustevälilaatoitus

- Kalusteet asennettu ja suojattu tarvittavilta osin
- Laattojen taustoja ei tasoitettu/maalattu – tartunta!

17. Varusteasennus

- Laatoitukset ja vesikalusteet yms. asennettu

- Laatoituksien nurkat saumattu/kitattu

18. Kodinkoneet

- Kaikki rakennustekniset työt tehty
- Koneiden kytkentä valmius

Laivalinnankatu 9-11, Kosteudenhallinta suunnitelman vertaus tuloksiin

Valuohkot/krs-latia	Teoreettinen kuivumisaika VK RH < 90%	Teoreettinen kuivumisaika VK RH < 85%	Valupäivä	Rakenteen materiaali ja paksuus	Mittauspäivämäärä jolloin todettu kuivuus
1. Krs MV-laatta B-osa	23,1 (kpl)	39,27 (kpl)	28.5.2014	Betoni K40 / 200mm	9.1.2015 < 90% 26.1.2015 < 85%
1. Krs MV-laatta A-osa	23,1	39,27	10.6.2014	Betoni K40 / 200mm	9.1.2015 < 90% 26.1.2015 < 85%
2. Krs VP-laatta B-osa	11,4	22,2	17.6.2014	Betoni K40 / 240mm	19.12.2014 < 90% 26.1.2015 < 85%
2. Krs VP-laatta A-osa	11,4	22,2	30.6.2014	Betoni K40 / 240mm	19.12.2014 < 90% 26.1.2015 < 85%
3. Krs VP-laatta B-osa	11,4	22,2	14.7.2014	Betoni K30 / 240mm	19.12.2014 < 90% 26.1.2015 < 85%
3. Krs VP-laatta A-osa	11,4	22,2	23.7.2014	Betoni K30 / 240mm	19.12.2014 < 90% 26.1.2015 < 85%
4. Krs VP-laatta B-osa	11,4	22,2	6.8.2014	Betoni K30 / 240mm	9.1.2015 < 90% 16.2.2015 < 85%
4. Krs VP-laatta A-osa	11,4	22,2	21.8.2014	Betoni K30 / 240mm	9.1.2015 < 90% 16.2.2015 < 85%

Valuohkot/krs-latia	Kuivumisaika valusta mittaukseen VK RH < 90%	Kuivumisaika valusta mittaukseen VK RH < 85%	Todellinen - teoreettinen 90%	Todellinen - teoreettinen 85%
1. Krs MV-laatta B-osa	32 (kpl)	34 (kpl)	8,9	-5,27
1. Krs MV-laatta A-osa	30	32	6,9	-7,27
2. Krs VP-laatta B-osa	25	30	13,6	7,8
2. Krs VP-laatta A-osa	23	28	11,6	5,8
3. Krs VP-laatta B-osa	22	27	10,6	4,8
3. Krs VP-laatta A-osa	20	25	8,6	2,8
4. Krs VP-laatta B-osa	19	24	7,6	0,8
4. Krs VP-laatta A-osa	17	22	5,6	-0,2